

Boel Berner

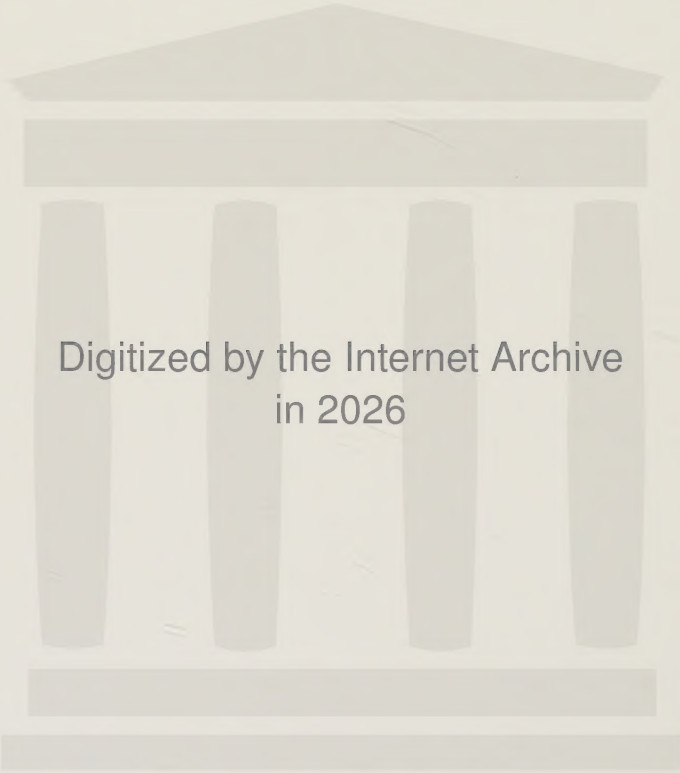


*Teknikens
värld*

*Teknisk förändring och
ingenjörssarbete i svensk industri*

År 1981





Digitized by the Internet Archive
in 2026

TEKNIKENS VÄRLD

Teknisk förändring och ingenjörsarbete i svensk industri

av

Boel Berner.

Fil. kand., Sm.

AKADEMISK AVHANDLING

som för avläggande av filosofie doktorsexamen
vid Samhällsvetenskapliga fakulteten vid universitetet i Lund
kommer att offentligens försvaras på Sociologiska institutionen,
al 26, Getingevägen 8, Lund, måndagen den 27 april 1981, kl 13.15.

Organisation LUND UNIVERSITY Department of Sociology Box 5132 S-220 05 Lund Sweden	Document name DOCTORAL DISSERTATION	
Author(s) Boel Derner	Date of issue April 3, 1981	
	CODEN: LUSADG/SASD 1017	
Sponsoring organisation		
Title and subtitle Teknikens värld. Teknisk förändring och ingenjörsarbete i svensk industri. (The World of Technique. Technical Change and Technical Labour in Swedish Industry.)		
Abstract The theme of the book is technical work, its historical development in industrial capitalism and its social and economic significance. In the first part the focus is on the forces, contents and effects of technical change, as discussed by sociology, economics and historical materialism. Marxist theories of the relationship between productive forces and relations of production are analyzed in the context of the technical changes of late capitalism. The second part treats three kinds of methodological sources of new technique and relates them to the major innovations of Western industrialization. This introduces the discussion of the role of technical labour in Swedish industry and state apparatus. The division between manual and intellectual labour is treated in three chapters; on the development of design work and its internal differentiation, and on the introduction of taylorism in Swedish engineering industry. The last part of the book relates the professional and political ideology of Swedish engineers to their contradictory class positions and to the type of intellectual work performed. The methods used are mainly theoretical discussion and historical analysis. The source material consists of unpublished and published documents, reports, official statistics, articles, monographs and biographical material. The period covered is mainly 1850 to 1975.		
Key words technique, technology, engineers, industrial development, Sweden, education, division of labour, design, taylorism, historical materialism, ideology, class, profession, technocracy.		
Classification system and/or index terms (if any)		
Supplementary bibliographical information		Language Swedish
ISSN and key title		ISBN 91 85 118 29X
Recipient's notes	Number of pages 294	Price SKr 70:-
	Security classification	

Distribution by (name and address) **Arkiv, Box 1559, S-221 01 Lund, Sweden**

I, the undersigned, being the copyright owner of the abstract of the above-mentioned dissertation, hereby grant to all reference sources permission to publish and disseminate the abstract of the above-mentioned dissertation.

Signature

Boel Derner

Date **3/4 1981**

Boel Berner
Teknikens värld

"Elda upp Dig själv! Låt intelligensens högspända ånga sätta fart på kapitalets svänghjul och väcka energiens ström i alla trådar, och alla de små och stora motorerna skola arbeta som aldrig förr i djupet och på höjden över hela landet."

(Överingenjör Fredriksson inför Wermländska Bergsmannaföreningen 1908)

Boel Berner

Teknikens värld

*Teknisk förändring och
ingenjörsarbete i svensk industri*

Arkiv avhandlingsserie 11

Copyright Boel Berner/Arkiv
Grafisk form Leif Thollander
Sättning UN-sats, Lund
Tryck GL-tryck i Kristianstad AB
Kristianstad 1981
ISBN 91 85 118 29X



Arkiv avhandlingsserie utges av
Arkiv för studier i arbetarrörelsens historia
Fack 221 01 Lund

Förord

Många personer har hjälpt mig i mitt arbete med den här boken. Jag vill tacka Bengt Gesser, min handledare, som villigt läst även de rörigaste manussidor. Han har pekat ut många intressanta vägar och med träffsäkerhet slagit ner på slarvigt språkbruk och dåligt underbyggda påståenden.

Bengt Olle Bengtsson har läst och påverkat vad jag skrivit i många år. Han har gett råd och stöd då materialet känts för överväldigande. Utan hans kunskap och entusiasm hade arbetet varit åtskilligt svårare. Jag tillägnar den här boken Bengt Olle och min far, Carl Berner.

Gunnar Olofsson, Bernt Kennerström, Katrin Fridjonsdottir, Lars Gunnarsson, Alf Johansson, Bengt Karlsson, Anders Kjellberg, Göran Therborn har läst hela eller delar av manuskriptet och kommit med värdefulla påpekanden. Jag tackar dem för deras hjälp. Jag vill också rikta ett tack till kamrater och seminariedeltagare i Paris, Stockholm, Lund, Luleå, Köpenhamn och Roskilde med vilka jag diskuterat bokens tankegångar. Kamraterna på "Gamla Röntgen" och i Zenitredaktionen ges ett speciellt tack för kamratskap och intellektuell stimulans under de här åren.

Materiellt stöd har kommit från UHA samt P A Lindahls stipendiefond, för vilket jag tackar. Arbetet har underlättats av vänligt tillmötesgående från personalen vid Riksarkivet, Arbetarrörelsens Arkiv, TCOs arkiv, Svenska Arbetsgivareföreningens Arkiv och Avdelning för tjänstemannastatistik, Forskningspolitiska Institutet i Lund samt forskningsbibliotek i Lund och Stockholm. Till samtliga ett varmt tack!

Lund i februari 1981

Boel Berner

Inledning

Arbetet med denna bok påbörjades i Paris i början av 1970-talet. Det avslutas i Sverige 1981, ett år efter det en betydande del av svenska folket i en folkomröstning förkastat ett av den moderna teknikens stora "framsteg". Mellan dessa båda tidpunkter har energikris och ekonomisk stagnation lett till krav på *mer* vetenskap och teknologi. Men röster har också höjts som ifrågasatt hela den nuvarande teknikutvecklingen. Militärteknologins, kärnkraftens och datateknikens effekter diskuteras. Den moderna tekniken är inte längre en självklarhet utan ett politiskt och intellektuellt problem.

Min analys av de svenska ingenjörernas arbete och samhällseliga position har naturligtvis inte kunnat undgå att ta intryck av dessa strömningar i tiden. Medan min ursprungliga frågeställning var: "Vilken är teknikernas och ingenjörernas klassposition? Varför strejkar de i Frankrike och Italien men inte i Sverige? Har de ett objektivt intresse av ett annorlunda, ett socialistiskt, samhälle?" — frågor som tedde sig naturliga i det politiskt radikala klimatet under 1960-talets sista och 70-talets första år — har mina tankar sedan dess alltmer förskjutits mot problem som rör drivkrafterna bakom teknologisk förändring och sambandet mellan teknik och ekonomi.

De ursprungliga frågorna finns dock kvar, om än i modifierad form. Denna bok är inte primärt ett inlägg i någon av de idag aktuella debatterna; det må gälla "den politiska teknologin", kvinnor och teknik eller datateknikens effekter på sysselsättning och arbetsmiljö. Läsaren söker förgäves svar på frågan om det är den moderna tekniken som är orsaken till allt vårt nuvarande och kommande elände — eller om den snarare är lösningen på mänsklighetens problem. Jag ger inga klara besked om tekniken är ond eller god. Jag ställer inte ens frågan.

Denna bok koncentrerar sig på det *tekniska arbetet* — det arbete som i vår typ av samhällen utförs av tekniker och ingenjörer — och dess samhällseliga bestämning. Det som intresserar mig är de tekniska uppgifterna i samhället och på företagen, hur de uppstått och utvecklats, vilken

betydelse de har och vilket materiellt och intellektuellt innehåll de fyllts med under olika tidsperioder.

Det tekniska arbetets utveckling blir dock begripligt endast i ett större sammanhang. Vad är det som bestämmer vilket arbete en ingenjör utför och vilka positioner han intar i samhället? Vilka ekonomiska, eller andra, drivkrafter ligger bakom teknikutvecklingen, hur viktig är vetenskapen för det tekniska arbetets inriktning och innehåll? Och hur hänger dessa utvecklingsprocesser, den ekonomiska och den vetenskapligt-tekniska ihop? Också dessa problem kommer att tas upp i boken.

Slutligen, "agenterna" som intar positionerna, teknikens "bärare", ingenjörer och tekniker som individer och som sociala skikt. Hur förhåller de sig till andra grupper inom företagen och i samhället? Hur ser de på sin egen och teknikens roll? Hur skall man teoretiskt analysera deras ideologi och politiska beteende?

Dessa är de viktigaste allmänna frågorna som motiverat denna studie och som strukturerar dess framställning.

I stora delar av boken analyserar jag "teknikens värld" som den konkret gestaltat sig på svenska företags ritkontor och utvecklingslaboratorier, på verkstadsgolvet och vid de tekniska föreningarnas sammanträden. Min ambition har varit att göra en både teoretisk och historiskt konkret analys; att visa på hur det tekniska arbetets innehåll och betydelse vävts ihop med och präglats av klassmotsättningar och maktförhållanden i det svenska samhället i stort.

Vissa *begränsningar* har varit nödvändiga. Så talar jag främst om industriell teknik och tekniskt arbete inom industrin. Tekniskt arbete inom tex jordbruket, militärväsendet eller de enskilda hushållen analyseras inte, annat än indirekt. Orsakerna är praktiska — brist på material och tid — men också teoretiska: jag ser industriproduktionen och det industriella produktionssättet som centrala i vårt samhälle.

Jag har i vissa avsnitt tvingats göra ytterligare en begränsning. Mycket av min empiriska diskussion berör enbart verkstadsindustrin. Det är här de allra flesta ingenjörerna inom industrin arbetar. Det är också denna industrigren som varit tongivande i svensk industriutveckling sedan 1800-talets slut. Vad som skett i verkstadsindustrin har påverkat inte bara andra industrier, utan den svenska ekonomiska utvecklingen och sysselsättningen i stort.

Jag rör mig i några avsnitt över ganska långa tidsepoker. Men i regel dominerar 1900-talet fram till 1970-talets mitt. I vissa fall koncentrerar jag intresset på perioder som jag funnit vara av speciell vikt för den frågeställning som tas upp. I andra blir beskrivningen mer översiktlig. Jag gör vad man kan kalla en tematisk historieskrivning; det tekniska arbetets historia belyses ur olika synvinklar. Detta innebär tyvärr vissa upprep-

ningar, som dock, hoppas jag, kan ha en viss pedagogisk effekt.

Genom att huvudintresset är vänt mot Sverige tar jag inte alls upp de intressanta problem som gäller teknisk utveckling i de icke-kapitalistiska staterna eller i tredje världen.

Mitt *arbetsmaterial* har varit varierande: offentlig statistik, sociologiska undersökningar, förarbeten till statliga utredningar, läroböcker i tekniska ämnen, sammanträdesprotokoll, memoarer och biografier, tidsskriftsartiklar, yrkesvalsböcker, osv. En del av källorna redovisas i Appendix.

Jag har också haft stor glädje av den mängd teknikhistoriska och ekonomihistoriska verk som skrivits i Sverige och annorstädes.

Boken är upplagd på följande sätt:

I de fyra första kapitlen behandlar jag några olika sätt att analysera förhållandet mellan teknisk förändring och tekniskt arbete å ena sidan, och social och ekonomisk utveckling å den andra.

I *kapitel 1* diskuterar jag några dominerande riktningar inom sociologi och nationalekonomi. Min kritik av dem riktar sig mot deras vaga och allmänna syn på tekniken och dess effekter, samt mot den teknologiska determinism som finns inbyggd i analysen.

I kapitlen 2–4 går jag in på en teoretisk tradition som jag menar har både en mer konkret och en mer dialektisk syn på förhållandet mellan teknik och samhälle, nämligen den historiska materialismen. I *kapitel 2* behandlas grundläggande begrepp som produktivkrafter, produktionsförhållanden och produktionssätt. Jag diskuterar hur dessa begrepp använts av Marx och Engels för att beskriva historisk utveckling och omvandling. I detta kapitel ses den historiska materialismen främst som ett "forskningsprogram".

I *kapitel 3* vill jag visa hur Marx fördjupar och utvidgar detta forskningsprogram i en analys av drivkrafterna och innehållet i den tekniska utvecklingen under kapitalismen. Kapitlet innehåller också en konkret analys av teknikens innehåll idag. Jag diskuterar skilda former av produkt- respektive processinnovationer och söker ange deras betydelse för kapitalackumulation och klasskamp.

Kapitel 4 tar upp trådarna från Marx' allmänna "forskningsprogram". Här studeras hur fyra olika marxistiska traditioner – med utgångspunkt från Marx' resonemang – tagit upp den viktiga frågan om *motsättningen* mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden under kapitalismen. Jag vill visa, att Marx' analyser kan ge upphov till flera olika intressanta tolkningar. Dessa granskas och jämförs i kapitlet och vissa slutsatser dras för den fortsatta analysen.

I de två följande kapitlen börjar vi komma in mer direkt på det tek-

niskå arbetet. I *kapitel 5* diskuteras teknologins kunskapsmässiga källor. Jag hävdar här att det finns speciella ingenjörsmetoder att komma fram till användbar kunskap, som skiljer sig både från den direkta empiriska erfarenheten och från det naturvetenskapliga teoribyggandet. Orsaken ligger i den tekniska kunskapens speciella syften och sociala sammanhang. I *kapitel 6* används det föregående kapitlets distinktioner i en diskussion av hur kunskapskällorna till de viktigaste tekniska förändringarna har ändrats sedan 1700-talet.

I bokens återstående kapitel står den svenska utvecklingen i centrum.

Kapitlen 7–10 behandlar det tekniska arbetets konkreta innehåll och förändringar. I *kapitel 7* ges en översikt över ingenjörarbetets framväxt och inplacering i den kapitalistiska arbetsdelningen. I de två följande kapitlen går jag i detalj in på ett viktigt ingenjörarbete – konstruktions- och ritningsarbetet. I *kapitel 8* studeras dess roll och funktioner i en alltmär differentierad och hierarkisk produktionsprocess. I *kapitel 9* diskuteras själva konstruktionsarbetets organisatoriska och tekniska utveckling. Jag tar upp den ökade arbetsdelningen och specialiseringen och kapitlets försök att öka arbetsintensiteten med hjälp av tex arbetsmätning och användning av datorer.

Diskussionen i kapitlen 8 och 9 sträcker sig över en lång historisk period, från ca 1850 till idag. I *kapitel 10* är analysen mer specifik. Där belyser jag den ekonomiska och politiska bakgrunden till de nya typer av tekniskt arbete som växte fram i och med taylorismens införande i Sverige i början av 1900-talet.

De två sista kapitlen rör sig på "agent"nivån. I *kapitel 11* studeras hur tekniker och ingenjörer sett på sitt arbete och på dess samhälleliga roll. Ur arbetets och positionernas karaktär har både professionaliseringssträvanden och fackliga rörelser vuxit fram. Dessa strömningar sätts i kapitlet i relation till arbetets motsägelsefulla position i samhället samt till konkreta sociala och ekonomiska skeenden.

Kapitel 12, slutligen, behandlar "teknikern i politikens värld". Där länkas teknikernas politiska ointresse och teknokratiska böjelser till arbetets och positionernas utveckling under kapitalismen.

1. Tekniken och samhällsvetenskapen

I bokens fyra första kapitel skall jag ta upp några teoritraditioner som tjänat både som inspirations- och irritationskällor i mitt eget arbete.

I det här kapitlet diskuterar jag icke-marxistiska skolbildningar. I nästa kapitel tar jag upp det "forskningsprogram" Marx och Engels lade fram för sina studier över den historiska utvecklingen. Och i kapitlen därpå studerar jag hur "programmet" kan tillämpas vid analysen av den tekniska utvecklingen under kapitalismen.

Som jag ser det, finns det en gemensam fråga som dessa teoritraditioner ställt sig. Med Robert Heilbronnens tillspetsade formulering kan den uttryckas så här: "Do Machines Make History?" (1) På ett eller annat sätt diskuteras i teorierna sambandet mellan "Machines and History", antingen sett som ett samband mellan teknik och samhällsstruktur, mellan teknik och tillväxt, eller — för att använda ett annat språkbruk — mellan produktivkrafter, produktionsförhållanden och samhällsformernas omvandling. Infallsvinklarna skiljer sig emellertid åt, liksom svaren.

I detta kapitel diskuterar jag några dominerande teoritraditioner inom sociologi och nationalekonomi. Jag har frågat mig: Hur användbara är dessa analyser för en förståelse av teknikutvecklingens orsaker och samhälleliga effekter i ett långt historiskt perspektiv? Vad kan de säga om teknikens och det tekniska arbetets karaktär i det industrialiserade, kapitalistiska samhället?

Sociologin och teknikens utveckling

Sociologins uppkomst har placerats mellan den (faktiska) borgerliga och den (möjliga) proletära revolutionen.(2) Dess inriktning färgades av de politiska ställningstaganden dessa båda revolutioner uppfordrade till. En stor del av de tidiga sociologernas verk upptogs dessutom, och kanske

just på grund av denna anledning, av tankar kring den *industriella* revolutionen, dess drivkrafter och sociala effekter.(3)

Denna industriella revolution (eller industrialiseringsprocess, som de mer försiktiga tänkarna föredrog att kalla den) omvandlade produktionsformerna, förhållandet mellan stad och landsbygd, människors tänkande och relationer till varandra.

Hos 1700-talstänkare som Turgot och Condorcet länkades dessa förändringar till vetenskapernas framsteg. Senare, hos Saint-Simon och hans efterföljare, var det vetenskapens *tillämpning* i maskinteknologi och fabrikssystem som gjordes till utvecklingens drivkraft. Ingenjörer och tekniker sågs i egenskap av maskinteknologins skapare, som något av nyckelpersoner i det framväxande industrisamhället: "Fastställandet av ingenjörsklassens verkliga karaktäristik /skrev Auguste Comte 1825/ är så mycket mera betydelsefullt som denna klass utan tvivel kommer att bilda det direkta och nödvändiga mellanledet mellan vetenskapsmännen och industrimännen, genom vilket den nya sociala ordningen kan börja."(4)

Inte alla sociologer var beredda att sätta industritekniken eller ens vetenskapen i centrum för sin analys. Durkheim t ex hade föga användning av teknologi i sin samhällsteori. Och Weber såg teknikens och vetenskapens växande betydelse som ett utslag av något mycket mer generellt: den tilltagande rationaliseringen av allt liv i den västerländska civilisationen.

Det fanns hos flera av de tidiga sociologerna en känsla för kontrasterna mellan "nu" och "då", där vetenskap och teknik var viktiga, ibland avgörande komponenter. Förvånansvärt nog var emellertid deras uppfattning om vetenskapens och teknikens konkreta innehåll ytterst vag. Man refererade till allmänna framsteg i den vetenskapliga metoden eller till enstaka tekniska uppfinningar som maskineriet eller — som hos Weber — till anammandet av en speciellt rationell och förutseende etik.

Diskussionen av drivkrafterna bakom teknikutvecklingen var lika ofullständig som teknikbeskrivningen. Vare sig den nya tekniken uppfattades som framsteg eller som katastrof föreföll den oundviklig och inneboende i historiens gång. Den fråga som intresserar oss här, nämligen *varför* tekniken och teknologin utvecklades och fick den form den fick, lämnade de klassiska sociologerna åt sidan. Intresset koncentrerades till det nya samhällets strukturer; en analys som dessutom ofta även den var allmän och abstrakt. De historiska särdragen i empiriskt existerande samhällen studerades ej; allt underordnades den allmänna utvecklingstenden- sen.

När sociologin ett århundrade senare åter tog upp en diskussion om de stora historiska tendenserna i samhället var det "industrisamhällets"

teoretiker man återknöt till. Tvåstadieschemat utbyggdes i 1960- och 70-talens uppfattningar om det "postindustriella samhället" med en tredje, kommande, eller eventuellt redan nu existerande, etapp.(5) I stället för maskinsystemet står idag den vetenskapliga teknologin, inklusive socialteknologin, i centrum. Tekniker och experter anses ha ersatt proletariet och bourgeoisie som drivande krafter i samhällsutvecklingen.

Liksom hos Saint-Simon och hans samtida bygger dagens resonemang på en i regel helt opreciserad bild av teknikens innehåll och funktioner. Denna vaghet, vill jag mena, förhindrar inte, utan är kanske t o m en förutsättning för, den starka teknologiska determinism som präglar många "post-industriella" analyser. Genom att teknikens konkreta innehåll görs osynligt, kan man tillskriva den vilka egenskaper som helst. Och genom att dess funktioner inte analyseras, ser man inte hur teknikens utveckling färgas av dess beroende av existerande ekonomiska och politiska strukturer.

Vi kan sammanfatta. För stora delar av den klassiska och moderna sociologin har vetenskap och teknik varit en viktig bakgrundsvariabel vid analysen av historisk förändring. I många fall har den t o m varit den viktigaste. Detta allmänna teknikintresse har dock inte motsvarats av något mer ingående studium av vad för slags teknik det gällt, hur den varit utformad, på vad sätt den använts osv. Inte heller teknikens ursprung och drivkrafter har problematiserats i någon nämnvärd grad. Det var *effekterna* på samhällsstrukturen och de mänskliga relationerna som fascinerade.

Häri liknade sociologin den andra stora 1700- och 1800-talsströmningen inom samhällstänkandet, den politiska ekonomin.

Nationalekonomin och teknikens utveckling

Medan sociologin framför allt sett tekniken som en viktig faktor bakom hur samhälleliga institutioner och beteenden utformats, har nationalekonomin koncentrerat sig på dess roll i den materiella tillväxten.

Bland de klassiska "politiska ekonomerna" hade Adam Smith en klar medvetenhet om teknisk förändring som en källa till ökad produktivitet. Han noterade även, att orsakerna bakom teknisk förändring stod att finna både i det teoretiska tänkandet utanför den enskilda produktionsprocessen och i påhittigheten hos dem som tillverkade maskinerna och skötte arbetsprocessen.(6) Adam Smith gav dock maskineriet en underordnad roll jämfört med arbetsdelningen, som han såg som den stora källan till produktivitetshöjningar. Häri avspeglar hans tänkande, enligt

Marx, den tidens (1700-talets) förhållanden: maskinernas utvecklade karaktär vid manufakturtidens slut.(7)

Adam Smiths efterföljare, Ricardo, Ure, Babbage, Mills, skulle desto mer hylla maskineriet. En röst var dock pessimistisk, Malthus': tekniken kunde inget göra åt det faktum att befolkningens storlek växte geometriskt medan jordbruksproduktionen i bästa fall ökade aritmetiskt. Följden blev överbefolkning, svält och en evig omöjlighet att förbättra befolkningsmajoritetens levnadsvillkor. Denna uppfattning bekämpades hätskt av "industrisamhällets" optimister, inklusive Marx som ägnade Malthus sina mest sarkastiska inlägg.(8) Häri fick han stöd av Engels, som såg vetenskapens framsteg inom tex jordbrukskemin som "gränslösa och minst lika snabba som befolkningstillväxten". Livsvillkoren kunde förvisso förbättras, ty, påpekade han, "vad är omöjligt för vetenskapen?"(9)

Engels hade naturligtvis lika litet som Malthus någon klar empirisk grund för sitt påstående. Men passusen är karaktäristisk för den starka tro på vetenskapens och teknikens välsignelsebringande möjligheter som kännetecknat marxistiskt tänkande in i våra dagar. Vi återkommer till denna fråga i kapitlet två och tre.

Den moderna nationalekonomin har övertagit klassikernas positiva uppskattning om teknisk förändring. Låt oss se på två moderna tanke-linjer, den schumpeterianska och den neo-klassiska restfaktoranalysen. I båda står teknikens utveckling i centrum. Hos Schumpeter kopplas den dessutom till en "sociologisk" analys av den kapitalistiska företagsledarens betydelse som "bärare" av ny teknologi.(10)

Restfaktoranalys

Den neoklassiska nationalekonomins modeller är betydligt mer abstrakta än de tankegångar vi hittills tagit upp.(11) Grovt uttryckt är grundtanken den, att företagare i varje givet investeringstillfälle kan välja och faktiskt väljer den för dem gynnsammaste, dvs profitablaste, kombinationen av produktionsfaktorer (arbetskraft och realkapital) i tillverkningen av sina produkter. Tillväxt sker i systemet – under vissa förutsättningar – på grund av att över tiden så stiger tillgången på produktionsfaktorer och efterfrågan på produkter. De enstaka firmornas tillväxt läggs ihop till en aggregerad tillväxt för hela ekonomin. Normal teknisk förändring påverkar produktiviteten och därmed den kombination av produktionsfaktorer som väljs. Genomgripande teknisk förändring innebär att detta val läggs på en helt ny nivå, där nya faktorkombinationer gäller.

På 1950- och 60-talen började man utifrån denna allmänna ansats och framför allt i USA utveckla modeller baserade på långa historiska tids-serier. Avsikten var att mäta arbetskraftens, realkapitalets samt "övriga" produktionsfaktorerers "bidrag" till den ekonomiska tillväxten. Man fann att bara cirka hälften av tillväxten i BNP (bruttonationalprodukten) kunde förklaras utifrån volymmässiga förändringar i arbetskraft och real-kapital (mer jämvägsräls t ex). Den resterande tillväxten måste förklaras på annat sätt. I många fall antog man då helt enkelt att denna "restfak-tor" var ett uttryck för teknisk förändring. Sömliga ekonomer gick sedan vidare och sökte lösa upp restfaktorn, eller "teknikfaktorn", i det som man antog var dess skilda komponenter – utbildning, organisationsför-ändringar, ny teknik osv – för att sedan beräkna respektive komponents statistiska bidrag till den uppmätta tillväxten.(12)

Denna ansats har haft mycket stort inflytande, inte bara på ekonomer utan även på politiker och planerare i de västliga industriländerna. Så skrev t ex den svenska STU-utredningen (Styrelsen för Teknisk Utveck-ling) 1977 att "även om precisionen i dessa studier kan diskuteras, tyder de ändå på att genuin teknisk utveckling ger ett av de största enskilda bidragen till den ekonomiska tillväxten".(13)

Vid det laget hade dock "teknikfaktor"analyserna utsatts för ytterst stark, såväl teoretisk som empirisk, kritik.(14) Det var inte bara preci-sionen som ifrågasattes; även begreppen och de teoretiska förutsätt-ningarna ansågs orealistiska för en analys av teknisk förändring. "Manna-från-himlen" uppfattningen av teknikutvecklingen kritiserades, liksom försöken att tillskriva de olika faktorerna – kapital, teknik, utbildning, arbetskraft osv – si eller så mycket vikt i den ekonomiska tillväxten: "/Det/ är som om man ville fördela förtjänsten av att en kaka smakar gott mellan mjölet, smöret, äggen och sockret", kommenterade en OECD-rapport 1980: "Alla är nödvändiga och samverkande ingredien-ser".(15)

Man har även menat att restfaktormodellen gett en orealistisk och ofullständig bild av hur teknisk förändring genereras och slår igenom i en marknadsekonomi. Antagandena om perfekt information, perfekt konkurrens, osv är för långt borta från verkliga förhållanden för att mo-dellen skall ha något värde. Dessutom utgår den från en bild av balanse-rad tillväxt, medan den verkliga utvecklingen lika ofta bygger på obalans i teknikanvändningen mellan företag, ekonomiska sektorer och nationer. Poängen med en aggregering försvinner därmed, och den blir snarast missvisande.

Denna kritik har bl a baserat sig på den empiriska innovationsforsk-ning som uppstått under efterkrigstiden. Utifrån dennas insikter ter sig de neoklassiska modellerna för teknikens och därmed även det tekniska

arbetets roll i tillväxten som blodfattiga och historielösa. Nordhaus och Tobin sammanfattar kritiken: "Den /neoklassiska/ teorin döljer, antingen genom aggregering eller i flersektormodellernas abstrakta generalitet, all den dramatik som finns i händelseutvecklingen – produkternas, teknologiernas och industriernas uppgång och fall och den åtföljande omvandlingen av befolkningens geografiska och yrkesmässiga fördelning".(16)

Hos en tidigare ekonom, vars verk delvis fallit i glömska under efterkrigstidens rekordår, fanns emellertid denna "händelseutvecklingens dramatik" inbyggd i teorin. Joseph Schumpeter såg kapitalismens utveckling som en dynamisk och våldsam process, där stagnerande och starkt expansiva faser växlade med varandra.(17)

Schumpeter

Schumpeter betraktade den tekniska *innovationen* som det centrala i den ekonomiska tillväxten. "Motorn" i utvecklingen var den visionäre entreprenören som hade ledarskap och mod nog att avvika från etablerade produktionsmönster. Han satsade på helt nya teknikområden och uppnådde därmed en tillfällig extraprofit. För samhället i stort innebär dessa banbrytande innovationer kraftiga nyinvesteringar i den nya tekniken, först i det innoverande företaget och sedan i andra, imiterande företag. Efter hand mattades dock denna investeringsverksamhet av och profitnivån sjönk, innan nästa cykel satte igång.

Schumpeter hade en uppfattning om ledande sektorer i den ekonomiska tillväxten. Det är tekniska innovationer i *vissa* sektorer som ger draghjälp åt hela ekonomin. Schumpeter kopplade upp- och nedgångsperioderna i den kapitalistiska ekonomin, vilka han ansåg hade tagit sig formen av tre cykler, till lika många "kluster" av uppfinningar: bomull och järn (cykeln 1780 – ca 1850), järnvägar, ånga och stål (ca 1850 – ca 1890) samt elektricitet, industriell kemi, explosionsmotorn (ca 1890 och framåt). Schumpeters teori tillkom under intryck av den tredje "cykelns" nedgångsperiod efter första världskriget.

Schumpeters tankegångar om innovationernas betydelse och om den kapitalistiska tillväxtens cykliska karaktär har idag ånyo tagits upp, efter en period av relativt ointresse. En orsak till detta torde vara den nuvarande stagnationen i världsekonomin och de gängse ekonomiska receptens ofruktbarhet.(18)

Schumpeters tankegångar har även mött kritik, både från marxistiskt och icke-marxistiskt håll.(19) Tre kritikpunkter är av mer allmänt intresse.

Den *första* hävdar att Schumpeter lägger för stor vikt vid de radikala

brotten med tidigare teknik och deras betydelse för teknisk och ekonomisk utveckling. Enligt kritikerna är det snarare de dagliga, kumulativa, mindre förändringarna av tekniken, som betyder mest för företagens och ekonomins tillväxt. Schumpeters koncentration på "entreprenörens" roll förlorar då mycket av sitt värde. I stället kommer ingenjörer, tekniker och arbetare mer till sin rätt.

Kontinuiteten understryks även i den *andra* kritikpunkten. Schumpeter betonar den nya teknikens "kreativt destruktiva" inverkan på den gamla; denna görs överflödigt eller oekonomisk i och med den nya teknikens uppkomst. I verkligheten bygger dock ny teknik ofta på gammal, och gamla men förbättrade produktionsmetoder kan leva kvar länge vid sidan om den mer avancerade tekniken. Detta förhållande har betydelse för en förståelse av vad ingenjörer och tekniker arbetar med på företagen, vilka kunskaper de behöver osv.

För det *tredje* anser kritikerna att Schumpeters diskussion av hur tekniska nyheter kommer fram är för ensidig. Han gör en skarp åtskillnad mellan de tre processerna uppfinnande, innovation och imitation, och koncentrerar sedan intresset på de unika mänskliga egenskaper som krävs för att våga satsa på ny teknik, dvs för innovationen. Att sedan imitera pionjären antas kräva mer ordinära mänskliga drag.

Men uppfinningsverksamheten hamnar helt utanför den ekonomiska analysen. Den lämpliga tekniken så att säga bara finns där, när den behövs. Mot detta hävdar kritikerna, stödda på senare forskning om uppfinningsverksamheten, att innovation och uppfinnande hänger intimt samman med varandra och med företagens hela verksamhet. Framtagandet av och tillgången på ny teknik är aldrig något självklart i en kapitalistisk ekonomi. Redan kring sekelskiftet började storföretagen i vissa branscher satsa på en systematiskt ordnad forskningsverksamhet. Uppfinnande blev en viktig, om än problematisk, del av konkurrensstrategin. Dagens statliga forskningspolitik och ekonomiska bidrag till industriell teknisk utveckling är ett annat tecken på de kostnader och den osäkerhet som är förknippade med den för Schumpeter så självklara nya tekniken.

Schumpeter var dock, som vi sett, långt ifrån den ende som hade denna "manna-från-himlen"-uppfattning om teknisk förändring. Han delade den med åtskilliga sociologer och man finner den även inom dagens dominerande strömning av akademisk nationalekonomi, den neoklassiska ekonometriska analysen av ekonomisk tillväxt. Det kan tilläggas att även Keynes, trots en mycket positiv syn på teknologi, visade ett liknande ointresse för teknikens uppkomstvillkor och strukturella effekter.(20)

Schumpeter skilde sig från de flesta nationalekonomer genom sitt intresse för hur olika delar av det kapitalistiska samhället kunde utveck-

las på helt olika sätt. Han såg även att destruktion och stagnation var lika vanliga och avgörande företeelser inom den kapitalistiska ekonomin som framåtskridande och tillväxt. Han poängterade att det behövdes sociala krafter — i hans fall den dynamiske entreprenören — för att innovation och kapitalackumulation skulle äga rum. Detta gör, som jag ser det, hans ansats både mer intressant och mer realistisk än de neoklassiska ekonomiska analyserna. Här närmar han sig den historiska materialismen men också efterkrigstidens ekonomiska och historiska studier av innovationsprocessen, såsom den konkret gestaltat sig under kapitalismen.(21)

Sammanfattning

De olika traditioner, som jag här gett en kort, men som jag hoppas, rättvis, framställning av har varit viktiga referenspunkter i mitt arbete. Men jag har funnit svårigheter att använda mig av deras tankegångar i min konkreta analys. Min kritik kan sammanfattas i fem punkter.

(1) Teknik och vetenskaplig utveckling ses som centrala komponenter i samhällsutvecklingen. Men teknikens *innehåll* preciseras dåligt.

(2) Diskussionen av olika slags teknikers *effekter* på ekonomi och samhälle blir därför vag eller ensidig.

(2) Delvis hänger dessa problem samman med att teorierna är på en så *allmän* nivå att en anknytning till konkreta samhällen och tidpunkter försvåras. Schumpeter utgör här delvis ett undantag.

(4) Bakom teorierna ligger en gemensam, deterministisk syn på tekniken och teknologin: Maskinerna *gör* verkligen historia. Men vad som gör maskinerna utreds inte.

(5) Följaktligen blir även den andra frågan jag ställde i början av kapitlet — Vad säger dessa teorier om det tekniska arbetets karaktär? — i stort sett obesvarad. De som skapar, förmedlar eller använder den nya tekniken anges ha en viktig, ja, central roll. Samtidigt är deras värld egendomligt vag och abstrakt; vad de gör, varför, på vilket sätt och i vilket organisatoriskt och ekonomiskt sammanhang förblir i dessa analyser oklart eller helt outrett.

2. Marx, teknik och historia

I det här kapitlet skall jag inleda en diskussion om Marx' och Engels' syn på samhällelig och teknisk förändring. I förra kapitlet nämndes deras fascination inför naturvetenskapens möjligheter. Nu vill jag mer i detalj behandla deras uppfattning om "produktivkrafter" och "produktionsförhållanden" och om motsättningen mellan dessa som en drivkraft i historien.

Det finns åtminstone två skäl till att ta upp dessa frågor. Det första är av allmän art. Marx' och Engels' tidiga skrifter användes ibland som ett slagträ i debatten mellan marxister och icke-marxister och anses då bl a ge deras definitiva syn på teknik och samhällsutveckling. Därvid framställs ofta deras teser i förenklad eller förvriden form. Det kan vara en poäng att här söka reda ut begreppens innehåll och ange vad de står för i hela Marx' *œuvre*. I synnerhet är detta viktigt för frågan om Marx' påstådda "teknologiska determinism".

Därmed kommer vi till det andra mer specifika skälet, vilket gäller den här bokens grundfrågor. Hur användbar är Marx' och Engels' historieteori för en analys av den tekniska utvecklingen idag? Kan vi med hjälp av dess begrepp och hypoteser få en mer djupgående bild av teknikens innehåll, orsaker och effekter än vad de teorier som togs upp i föregående kapitel kunde skänka oss? I vad mån kan Marx hjälpa oss att förstå det tekniska arbetets karaktär i dagens svenska kapitalism?

Mitt svar på dessa frågor kommer att spridas ut på tre kapitel. I det här kapitlet diskuterar jag de begrepp och det perspektiv som Marx och Engels utvecklade i polemik mot dåtidens idealistiska och vulgärmaterialistiska tankegångar. Jag pekar också på oklarheter och svårigheter i deras framställning. I kapitlet därpå tar jag upp hur perspektivet fördjupas och preciseras i Marx' senare analyser av kapitalismens utveckling. I kapitel 4, slutligen, visar jag på en mångtydighet i Marx' diskussion; ett flertal olika tolkningar kan utifrån den ges av motsättningen mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden i dagens kapitalism.

Den materialistiska historieuppfattningen

Under åren 1843—48 utvecklade Marx och Engels en ny uppfattning om människan, historien och samhället.(1) Den sammanfattades av Marx 1859 i *Förordet till Till kritiken av den politiska ekonomin*. Marx talade här om det "allmänna resultat" han nått fram till i sitt arbete och som sedan tjänat som "ledtråd" i hans studier. Så följer de bekanta formuleringarna:

"I sitt livs samhälleliga produktion träder människorna i bestämda, nödvändiga, av deras vilja oberoende förhållanden, produktionsförhållanden, som motsvarar en bestämd utvecklingsgrad av deras materiella produktivkrafter. Summan av dessa produktionsförhållanden bildar samhällets ekonomiska struktur, den reella bas, på vilken en juridisk och politisk överbyggnad reser sig och vilken motsvaras av bestämda former av det samhälleliga medvetandet."(2)

Vi finner här två av de viktigaste begreppen i den materialistiska historieuppfattningen, "produktivkrafter" och "produktionsförhållanden". Till sammans anger de grundvalarna för det sociala livet: "Det materiella livets produktionssätt är bestämmande för den sociala, politiska och andliga livsprocessen överhuvudtaget", fortsätter Marx.(3)

I denna historieuppfattning är historien inte en linjär process, utan kännetecknas av språngvisa övergångar från en samhällsform till en annan. Dessa har hittills (utom i det kommunistiska ursamhället) varit klass-samhällen, kännetecknade av antagonistiska motsättningar mellan dem som producerar och dem som tillägnar sig det samhälleliga överskottet. Bakom de stora samhälleliga förändringarna ligger framför allt den gradvisa utvecklingen av människans produktiva förmåga. Nya produktionsförhållanden och därmed samhällsformer uppstår eller går under allt efter som de främjar eller fjättrar produktivkrafternas utveckling. Med Marx' ord:

"På ett visst stadium av sin utveckling råkar samhällets materiella produktivkrafter i motsättning till de rådande produktionsförhållandena, eller, vad som bara är ett juridiskt uttryck för detta, med de egendomsförhållanden inom vilka dessa produktivkrafter hittills rört sig. Från att ha varit utvecklingsformer för produktivkrafterna förvandlas dessa förhållanden till fjättrar för desamma. Då inträder en period av social revolution."(4)

Hur skall vi se på dessa tankegångar? Jag finner Mats Dahlkvists resonemang i *Att studera Kapitalet* mycket rimligt; den historieuppfattning som läggs fram i *Förordet* och i andra, tidigare, skrifter har karaktären av ett "forskningsprogram". De utgör ingen vetenskaplig teori. Men de anger den riktning som Marx anser vetenskapliga analyser av t ex den kapitalistiska samhällsformen bör ta.(5)

Det är viktigt att förstå att Marx' och Engels' "ledtråd" formulerades

i polemik mot dåtidens dominerande historie- och samhällsuppfattningar. Å ena sidan riktade de en skarp kritik mot idealistiska föreställningar om samhället och historien baserade på religionen eller Hegels historiefilosofi. Samhällenas, statens och idéernas utveckling var inte ett resultat av Guds vilja, människans "väsen" eller det mänskliga förnuftets självutveckling, utan grundade sig i människornas praktiska, produktiva verksamhet inom ramen för bestämda makt- och ägandeformer. "Det är inte människornas medvetande som bestämmer deras vara utan tvärtom deras samhällseliga vara som bestämmer deras medvetande" skrev Marx i *Förordet*.⁽⁶⁾ Än klarare uttryckte Marx och Engels denna tankegång i *Den tyska ideologin* från 1845–46: "Människorna är producenter av sina föreställningar, idéer, osv men människorna innebär här de verkliga verk samma människor som betingas av en bestämd utveckling av produktivkrafterna och av den därtill svarande kommunikationen i vidaste mening."⁽⁷⁾

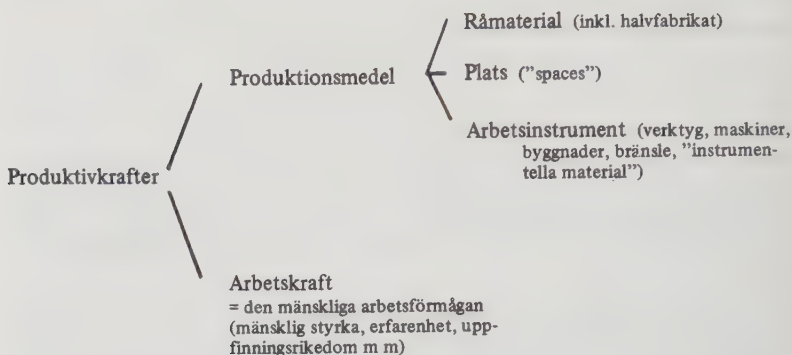
Å andra sidan, vände sig Marx och Engels mot en mekanisk materialism, vid denna tid företrädd bl a av Ludwig Feuerbach. Dennes materialistiska lära "att människor är produkter av omständigheterna och av uppfostran, glömmar", menar Marx i den tredje av sina *Teser om Feuerbach* (1845), "att omständigheterna förändras av människan och att uppfostraren själv måste uppfostras."⁽⁸⁾ Verkligheten, omständigheterna, är en produkt av mänsklig, medveten och målinriktad verksamhet, *praxis*.

Givetvis fanns det gränser för den mänskliga verksamheten. Den måste respektera naturlagarna och, i regel, de givna naturförhållandena. Den var bunden av de produktivkrafter och de produktionsförhållanden som nedärvts från tidigare generationer. Människorna inträdde i redan givna förhållanden som formats "oberoende av deras vilja".⁽⁹⁾

De viktigaste begreppen

De tre viktigaste begreppen som jag nu skall ta upp är produktivkrafter, produktionsförhållanden och samhällsformation eller produktionssätt. Min diskussion baserar sig, förutom på Marx' och Engels' skrifter, på de tolkningar som getts av de svenska samhällsvetarna Mats Dahlkvist och Göran Therborn samt den engelske filosofen G A Cohen.⁽¹⁰⁾ Detta innebär inte att jag i allt håller med om deras respektive analyser. Men de är de mest aktuella och samtidigt de mest ambitiösa diskussionerna som finns att tillgå idag.

Cohen har gjort följande katalog över vad Marx skall ha räknat in bland produktivkrafterna(11):



Cohen ansluter sig här till en dominerande tradition inom den historiska materialismen, som sett produktivkrafterna som något handfast och "materiellt". Denna tolkning finner visst stöd i Marx' tidiga skrifter. Marx själv hämtade begreppet från den samtida franska politiska teorin, dvs från de tankeströmningar som vi tidigare varit inne på i kapitel 1.

I Marx' senare skrifter, framför allt i *Kapitalets* första band, ger han begreppet en annan innebörd. Där står det i singularis, som t ex i uttrycket "arbetets produktivkraft", och anger då produktivitet, produktiv kapacitet. Förskjutningen i begreppets betydelse hänger samman med en förskjutning i intellektuellt klimat, från fransk politisk teori till engelsk politisk ekonomi. "Produktivkraft" i bemärkelsen produktivitet hämtade Marx från nationalekonomer som Adam Smith och David Ricardo.(12) Det som i Marx' tidiga skrifter kallades "produktivkrafter" har i *Kapitalet* bytt kontext och benämning; Marx talar nu i stället om "arbetsprocessen" och dess beståndsdelar.(13)

Dessa skiftningar i terminologi är inte irrelevanta. De återspeglas i de skilda marxistiska traditioner vi skall följa i kapitel 4.

Begreppet "produktivkrafter" uttrycker liksom det senare begreppet "arbetsprocessen" en relation mellan mänsklig arbetsförmåga och den omgivande naturen. I *Kapitalet* skrev Marx:

"Arbetsprocessen . . . är en ändamålsenlig verksamhet som syftar till att frambringa bruksvärden, att omdana naturrikedomarna för att göra dem lämpade att tillfredsställa mänskliga behov. Arbetsprocessen förmedlar ämnesomsättningen mellan människan och naturen, den är livsprocessens eviga förutsättning och därför obe-

roende av det mänskliga livets utformning, den är snarast gemensam för alla mänskliga samhällsformer.”(14)

Produktionsmedlens utformning, arbetsförmågans karaktär och de sätt varpå de kombineras skiljer sig dock åt i olika historiska epoker.

Produktivkrafternas utveckling

På ett mycket allmänt plan innebär produktivkrafternas utveckling en vidareutveckling av människans förmåga att med hjälp av sin arbetskraft och sina arbetsinstrument kunna omdana och använda sig av naturen.

Marx tycks ibland anse att det är arbetsmedlen eller arbetsinstrumenten som är centrala i denna utveckling: ”Det som skiljer de olika epoker-na åt är inte *vad* som tillverkas utan *hur*, med vilka arbetsmedel. Arbets-medlen är inte bara måttstock för den mänskliga arbetskraftens utvecklingsgrad utan karaktäriserar också de samhällsförhållanden under vilka arbetet utförs.”(15)

Men vid närmare påseende är det den mänskliga kunskapens utveckling och förmågan att omsätta kunskapen och erfarenheten i praktisk produktion som är det viktigaste. Människan är, enligt Marx, ”a tool-making animal” som ”utnyttjar tingens mekaniska, fysikaliska och kemiska egenskaper, och låter dem verka som maktmedel på andra ting i enlighet med . . . /sina/ syften.”(16)

Det är arbetskraftens styrka, skicklighet, kunskap och uppfinningsförmåga — produktivkrafternas *subjektiva* sida — som möjliggör att den *objektiva* sidan, produktionsmedlen, kan konstrueras och utnyttjas. Produktionsmedlen kan förstöras, men åter byggas upp, så länge kunskapen om deras fungerande finns kvar. Men utan mänsklig arbetskraft blir produktionsmedlen oanvändbara och meningslösa.(17)

Produktivkraftsutvecklingen sammanfaller på så vis med den mänskliga förmågans tillväxt. Högre stadier i denna utveckling motsvarar, som Marx och Engels skrev i *Den tyska ideologin* från 1845—46 ”individernas mer avancerade självverksamhet”.(18) Allt detta är naturligtvis mycket vagt. Mats Dahlkvist hävdar att Marx och Engels i sina filosofiska skrifter egentligen bara ställde problemet och anvisade de vägar mer konkreta analyser borde beträda. På denna generella nivå kunde de inte ge några tillfredsställande svar.(19)

Cohen försöker sig på en mer preciserad tolkning. Han menar, att *produktiviteten* kan användas som en måttstock för produktivkrafternas utveckling. Han ser således arbetets ”produktivkraft” i den senare Marx’ bemärkelse som ett index på ”produktivkrafternas” — den tidige

Marx' begrepp – utveckling. Härvid baserar han sig på vad Marx skrev 1857–58 i *Grundrisse*: ”vad innebär arbetets växande produktivkraft annat än att det krävs mindre omedelbart arbete för att skapa en större produkt . . . ?”(20)

Det svåra med denna definition, medger Cohen, är inte att finna ett mått på mängden ”omedelbart arbete”; den kan mätas i arbetstimmar, inklusive den tid som åtgår för att tillverka de produktionsmedel som ingår vid framställningen av en produkt.

Men vad menas med ”en större produkt”? Enbart *mängden* produkter som tillverkas i olika samhällen och vid olika tidpunkter kan inte användas som mått, för hur skall så heterogena produkter kunna reduceras till ett gemensamt mått? Graden av behovstillfredsställelse från de produkter som tillverkas eller kan tillverkas duger inte heller, eftersom mänskliga behov, enligt Marx, utvidgas och förändras till sin karaktär under historiens gång. Osv.

Cohens lösning blir att se den *överskottsproduktion* som produktivkrafterna medger som ett mått på deras utveckling. Med överskott menar han den mängd som kan produceras utöver det som är nödvändigt för att tillfredsställa de direkta producenternas ofrånkomliga fysiska behov. Detta överskott kan i sin tur mätas i tid som den del av dagen som återstår när den arbetstid som behövs för att hålla producenterna vid liv, har dragits ifrån. I allaklassamhällen, kan det tilläggas, har detta överskott varit en produkt av ett merarbete, som den omedelbare producenten tvingats till att utföra för de härskande, icke-producerande grupperna i samhället. Vi är därvid framme vid de två andra viktiga begreppen, produktionsförhållanden och produktionssätt.

Produktionsförhållanden

Begreppet ”produktionsförhållanden” är ett annat nyckelbegrepp i *Förordet* från 1859 (se ovan s 20). Marx och Engels använde andra termer i sina diskussioner under 1840-talet, som begreppet ”kommunikation i vidaste mening” i *Den tyska ideologin*. I *Kapitalet* från 1867 har begreppet preciserats och utvecklats; där talar Marx om kapitalförhållandet. Grundtanken är dock hela tiden densamma: att ange ”den samhälleliga form i vilken arbetsprocessen bedrivs”.(21)

Marx (och Engels) sammanfattar i *Lönearbete och Kapital* från 1859: ”I produktionen inverkar människorna inte blott på naturen utan också på varandra. De producerar endast genom att samverka på ett bestämt sätt och genom att inbördes utbyta sina verksamheter. För att producera ingår de i vissa förbindelser och förhållanden till varandra och endast

inom ramen för dessa samhälleliga förbindelser och förhållanden äger deras inverkan på naturen, äger produktionen rum.”(22)

Dessa ”samhälleliga förbindelser och förhållanden” är först och främst en fråga om ägande eller förfogande över produktionens beståndsdelar.(23)

De avser därmed för det första en *klassrelation* mellan dem som producerar och dem som tillägnar sig det producerade överskottet. Därmed medför eller innebär produktionsförhållandena i regel ett *maktförhållande* mellan klasserna. För det andra syftar de på de omedelbara producenternas *förhållande till produktivkrafterna*, både i form av arbetskraft och i form av produktionsmedel.

Dessa två aspekter sammanfaller inte alltid. I både slavsamhället och kapitalistiska samhällen förfogar en icke-arbetande klass över de omedelbara producenternas arbetsresultat, men i det kapitalistiska samhället äger dessa producenter sin arbetskraft och kan sälja den på en marknad, något som inte är fallet i slavsamhället. I feodalsamhället äger de omedelbara producenterna sina produktionsmedel, men inte under kapitalismen.

Utvikning: arbetsorganisationen

Ett problem i Marx’ teori är om ”arbetsrelationerna” ingår i de samhälleliga produktionsförhållandena. Härmed förstås bl a samarbete och arbetsdelning i den omedelbara produktionen. I motsats till Mats Dahlkvist(24) hävdar Cohen att de inte gör det. Enligt honom omfattar produktionsförhållandena nämligen enbart äganderelationer (i vid bemärkelse).

Inte heller, anser Cohen, tillhör arbetsorganisationen produktivkrafterna. Däremot är *kunskapen* om hur tillägnelsen av naturen skall organiseras en del av människans produktiva förmåga, av arbetskraften och därmed av produktivkrafterna.(25)

Min uppfattning skiljer sig både från Cohens och Dahlkvists. Jag håller med Cohen om att en snäv tolkning av produktionsförhållandebegreppet kan vara fruktbart, samt att kunskapen om arbetsorganisationen är väl så viktig som kunskapen om ett redskaps handhavande. Jag menar ändå att arbetsorganisationen, arbetsrelationerna, måste ges en viktigare plats än så. Den är i så fall en andra *aspekt av produktivkrafterna*, av relationerna mellan arbetskraft och produktionsmedel, där den materiella tillägnelsen av naturen var den första. I detta synsätt framträder produktivkrafterna som *relationer*, inte som ting, som hos Cohen och andra mer ortodoxa marxister.(26) Visst stöd för denna uppfattning kan vi finna

hos Marx och Engels: "Slaget av samverkan är självt en produktionskraft" skrev de i *Den tyska ideologin*.(27)

Samhällsformation eller produktionssätt

Marx och Engels gjorde i *Förordet* och på många andra ställen en grov indelning av historien i olika utvecklingsstadier eller, som de skrev, "progressiva epoker av den ekonomiska samhällsformationen". De nämnde "asiatiskt, antikt, feodalt och modernt borgerligt produktionssätt".(28)

Också begreppet produktionssätt är diffust och användes av Marx på många olika sätt. Cohen ger tre alternativ, varav det som han kallar det "sociala produktionssättet" verkar vara mest i linje med Marx' historieteori.(29) Tre kriterier eller dimensioner urskiljs av Cohen för att karaktärisera olika "sociala produktionssätt": produktionens syfte, den form som merarbetet tar sig samt det sätt varmed de omedelbara producenter-na tvingas utföra merarbete.

Enkelt uttryckt syftar den *första* dimensionen på två alternativ: produktionen kan ske för direkt användning eller för byte på en marknad. Den typ av marknadsutbyte som åsyftas kan vidare uppdelas i en form där olika slag av bruksvärden bytes direkt mot varandra, och en annan vars syfte är att få ut ett bytesvärde (i regel manifesterat i pengar). Det som kännetecknar en renodlat kapitalistisk process är dess inriktning på en produktion som skall leda till maximalt bytesvärde för vidare investering i ny mervärdesproduktion.

Den *andra* dimensionen gäller det sätt varpå merarbetet gestaltar sig i samhället. Marx skrev i *Kapitalet*, att "Det enda som skiljer de ekonomiska samhällssystemen från varandra, t ex slaveriets samhälle från lönarbetets, är de former under vilka detta merarbete avpressas den omedelbare producenten, arbetaren".(30)

Alternativen är här fler. Under slaveriet tog merarbetet form i den del av slavens arbetsprodukt, som slavägaren behöll efter det han försett slaven med existensmedel. Under kapitalismen uttrycks merarbetet som en kvantitet bytesvärde: merarbetet märks endast i den fördolda formen av profit på kapitalinvesteringar. Under feodalismen varierade förhållandena, men Marx beskrev i *Kapitalets* tredje band den tydliga form där merarbetets verklighet och yttre form sammanföll: producenten tvingas arbeta en del av sin tid på feodalherrens gods utan någon kompensation.

Den *tredje* dimensionen syftar på drivkrafterna bakom merarbetet, oberoende av dess sociala form. Marx skiljer mellan ekonomiskt tvång, som under kapitalismen, där den omedelbare producenten inte äger några produktionsmedel, men kan sälja den arbetskraft han "fritt" för-

fogar över, och skilda former av ideologiskt tvång och (hot om) fysiskt våld som dominerar i andra produktionssätt.

Bakom de här tre dimensionernas olika gestaltning ligger olika slags samhälleliga produktionsförhållanden. Förändrade produktionsförhållanden innebär ett annorlunda produktionssätt och indirekt även ändrade politiska och ideologiska förhållanden. Här uppkommer den centrala historiska frågan: Vad är det som gör att produktionsförhållanden ändras? Vilken roll spelar produktivkrafternas förändring i denna utveckling?

De bekanta raderna från 1859 års *Förord* tycks utgöra Marx' svar: "En samhällsformation går aldrig under, innan alla produktivkrafter utvecklats för vilka den har tillräckligt spelrum, och nya, högre produktionsförhållanden uppträder aldrig, förrän deras materiella existensbetingelser mognat i det gamla samhällets eget sköte." (31) De stora avgörande samhällsförändringarna förefaller ha sitt ursprung i teknikens utveckling, inte primärt i politisk kamp. Frågan blir då vad som leder till teknisk förändring.

I det följande avsnittet skall jag se närmre på vad Marx kan tänkas ha menat med detta "teknologiskt deterministiska" påstående. Diskussionerna fokuseras på Marx' (och Engels') tolkningar av förhållandet mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden, såväl inom ett produktionssätt som i övergångarna mellan olika produktionssätt.

Förhållandet mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden

Marxister talar ofta om förhållandet mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden som ett av "växelverkan". De antas ömsesidigt påverka varandra. Ingen är viktigare än den andra. (32) Frågan är om detta är vad Marx och Engels ansåg.

Cohen hävdar att Marx hade en klar tes om produktivkrafternas företräde eller primat. Denna tes – eller, om man så vill, detta postulat – anger att "karaktären hos en uppsättning produktionsförhållanden förklaras av utvecklingsnivån hos de produktivkrafter som de innefattar (i betydligt högre grad än omvänt)". (33) En annan viktig tes som ingår i Marx' teori, är den att produktivkrafterna ständigt utvecklas under historiens gång. Marx teori är ju, påminner Cohen, en dynamisk teori, där det dynamiska elementet är produktivkrafternas utveckling.

Den första tesen implicerar en sorts "*korrespondens*" i förhållandet mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden. Den andra tesen leder med tiden, då produktivkrafterna förändras men inte produktions-

förhållandena, fram till en *motsättning* dem emellan.(34) Båda dessa aspekter är viktiga i Marx' historieuppfattning. Den första avser framför allt förhållandena inom ett produktionssätt, den andra har betydelse för övergången från ett produktionssätt till ett annat.

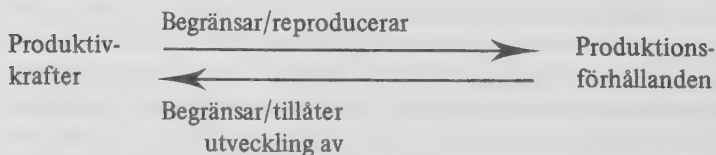
Korrespondens

Marx postulerar ofta ett "korrespondens"förhållande mellan ett samhälles produktivkrafter och dess produktionsförhållanden, och indirekt även mellan den ekonomiska bas som dessa utgör och samhällets politiska och sociala förhållanden. En given nivå i produktivkraftsutvecklingen "motsvarar" (som i citatet ovan s 20 från *Förordet*) eller "karaktäriserar" (som i citatet s 23 från *Kapitalet*) de samhällsförhållanden under vilka arbetet utförs. Ett av de mest välkända dylika påståendena finner vi i *Filosofins elände* från 1847:

"De sociala förhållandena är intimt förknippade med produktivkrafterna. I och med förvärvandet av nya produktivkrafter förändrar människorna sitt produktionssätt och med förändringen av produktionssättet, av sättet att vinna sitt livsuppehälle, förändrar de sina samhälleliga förhållanden. Handkvarnen ger ett samhälle med feodalherrar, ångkvarnen ett med industrikapitalister."(35)

Man kan tolka detta och andra liknande Marxcitat på olika sätt. Att något "är intimt förknippat med" eller "karaktäriserar" något annat kan tolkas som att de "samvarierar" och så att säga hänger ihop.

Man kan ge denna samvariation en mer precis innebörd: Produktivkrafter och produktionsförhållanden är förenliga med varandra, menar Erik Olin Wright och Andrew Levine, när produktionsförhållandena ger rum för ytterligare utveckling eller tillämpning av produktivkrafterna, samt när dessa produktivkrafter bidrar till att stärka och reproducera existerande produktionsförhållanden. Dessa ömsesidiga effekter illustrerar de i ett diagram(36):



Produktivkrafterna antas sätta gränser för vilka produktionsförhållanden som är möjliga – bara vissa produktionsförhållanden reproduceras

av givna produktivkrafter. Produktionsförhållandena sätter å sin sida gränser för produktivkrafterna, eftersom bara vissa produktivkrafter kan användas och utvecklas inom ramen för dessa produktionsförhållanden.

Inom ett givet produktionssätt kan således under en viss period ett tillstånd av ömsesidig motsvarighet och anpassning råda mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden. Det är i själva verket det nya produktionssättets och den nya härskande klassens "historiska uppgift och berättigande" att utveckla det samhälleliga arbetets tidigare, dolda, blockerade eller outvecklade produktivkrafter.

Men detta tillstånd förväntas ej räcka länge. Här kommer den andra tesen om produktivkrafternas ständiga utveckling in. På ett visst stadium av deras utveckling försvinner harmonin mellan dem och de existerande produktionsförhållandena och förvandlas till en djupgående och avgörande motsättning. Marx' historieteori blir därigenom inte bara en uppfattning om gradvisa anpassningar, utan även och framför allt, en teori om radikala omvandlingar och övergångar från ett produktionssätt till ett annat. Nya produktionsförhållanden uppstår med möjlighet till en förnyad och till dem anpassad utveckling av produktivkrafterna.

Motsättning

Det mest kända uttrycket för denna uppfattning har vi redan citerat i kapitlets början, *Förordet* 1859 till *Till kritiken av den politiska ekonomin*. Här talade Marx om hur egendomsförhållandena från att ha varit utvecklingsformer för produktivkrafterna förvandlades till fjättrar för dem och hur då en period av social revolution inträdde.

Ett tiotal år dessförinnan hade Marx och Engels gett en polemisk beskrivning av detta förlopp. I det *Kommunistiska Manifestet* från 1848 skrev de:

"De produktions- och samfärdselmedel, på vilkas grundlag bourgeoisin bildats, ha framväxt ur det feodala samhället. På ett visst stadium av dessa produktions- och samfärdselmedels utveckling motsvarade . . . de feodala egendomsförhållandena icke längre de redan utvecklade produktiva krafterna. De hämmade produktionen i stället för att befördra den. De förvandlade sig till lika många fjättrar. De måste sprängas, och de blev sprängda."(37)

Det är i dessa starkt förkortade resonemang som problemen för många marxister börjar. Ett problem gäller den närmast mekaniska karaktären i den process Marx och Engels beskriver. Politiken och klasskampen spelar en oklar och underordnad roll i denna "revolutionsteori". Ett annat problem gäller orsakerna till produktivkrafternas förändring och ett

tredje rör hur man skall tolka resonemangen om de "fjättrade" produktivkrafterna. Jag skall ta problemen var för sig.

(1) Ett grundläggande tema i den materialistiska historieteorin vid sidan om tanken om motsättningen mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden är uppfattningen om klasstriderna som "motor" i historieutvecklingen. Alla historiska samhällen har utmärkts av klasspolariseringar och klasskamp, en kamp som med *Manifestets* bekanta formuleringar "varje gång slutat med en revolutionär omgestaltning av hela samhället eller med de kämpande klassernas gemensamma undergång".(38)

Motsättningen mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden i den ekonomiska basen leder således inte på något oförmedlat sätt till social omdaning. En ny härskande klass måste stå beredd att ta över och omskapa samhället efter sina intressen (och då bli utvecklade "fjättrade" produktivkrafterna). Något av detta framkommer i *Den tyska ideologin*:

"I utvecklingen av produktionskrafterna inträder ett stadium, på vilket produktionskrafter och kommunikationsmedel framkallas, som under de bestående förhållandena bara åstadkommer ofärd och som inte längre är produktions- utan destruktionskrafter (maskiner och pengar). Detta får till följd att en klass framträder, en klass som har att bära samhällets hela tyngd utan att njuta dess frukter . . ." (39)

Denna klass utgör i det kapitalistiska samhället majoriteten av dess medlemmar men är utestängd från samhällsmakten. Bara genom en revolution där den gamla härskande klassen störtas, kan, menar Marx och Engels, den förtryckta klassen "få allt det gamla träcket från halsen och bli kapabel att bygga ett nytt samhälle från grunden".

I detta resonemang finns många problem.(40) Hävdar Marx och Engels att det är *produktivkraftsutvecklingen* som lett till att en sådan klass uppstått och blivit medveten om nödvändigheten av en revolution? Är det *produktivkraftsutvecklingen* som gett denna klass politisk kraft att göra revolution och ta över samhällsmakten? I Marx och Engels diskussion om bourgeoisins uppåttigande under feodalismen i *Det kommunistiska manifestet* förefaller det nästan så. Men vad gäller utvecklingen under kapitalismen är situationen mer komplicerad. Produktivkraftsutvecklingen har å ena sidan skapat den homogena massa av industriarbetare som Marx förutsåg. Men den har också å andra sidan gett stora möjligheter till förtryck och splittring av arbetarklassen, vilket förhindrat "en revolutionär omgestaltning av hela samhället"; en utveckling som Marx också tangerade i sin senare analys i *Kapitalet*.

(2) Vi är här inne på en diskussion om *orsakerna* till produktivkrafternas utveckling. Marx själv är inte särskilt explicit i sina tidigare skrif-

ter.(41) Cohen tolkar honom som så att det finns en universell tendens hos mänskligheten att i sin produktion vilja undkomma knapphet och säkra sina elementära behov. Eftersom varje generation bygger på den tidigare generationens framsteg, sker en utveckling under historiens lopp; människan förutsätts dessutom inte vilja återgå till ett tidigare stadium av produktivkraftsutvecklingen.(42)

Cohens tolkning har kritiserats.(43) Den förutsätter en transhistorisk rationalitet hos "människan", oberoende av specifika ägande- och beroendeförhållanden. Dessutom är knapphetstesens svår att upprätthålla i en konkret analys; försöken att t ex öka produktiviteten i den kapitalistiska industrin härrör snarare från produktionsförhållandenas karaktär än från någon mer fundamental kamp med naturen.

I Marx' senare, mer vetenskapliga verk tar han explicit upp frågan om orsakerna till produktivkraftsutvecklingen; jag återkommer till detta i nästa kapitel.

(3) Jag nämnde tidigare (sid 28) att det var svårt att ur Marx' och Engels' allmänna formuleringar få en klar uppfattning om vad "korrespondensen" mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden bestod av. Än mer besvärligt är det att förstå "motsättningsens" karaktär. Marx är oklar om *vad exakt* det är som ligger förborgat i de fängslade eller fjärrade produktivkrafterna.(44) Några tolkningsförsök kan ändå göras.

(a) En lösning är att peka på motsättningen mellan det växande överskott som produktivkraftsutvecklingen ger upphov till och det begränsade fåtalets privata tillägnelse av detsamma. Marx och Engels tycks vara inne på denna tankegång i citatet ovan från *Den tyska ideologin*, där de talar om samhällsmajoriteten som inte får njuta av produktionens frukter.

Denna motsättning är egentligen inbyggd i produktionssättet från dess begynnelse, i dess konstitution som ett klassamhälle av ett visst slag. Men man kan hävda att denna motsättning blir *kvalitativt* annorlunda vid ett visst stadium av produktivkraftsutvecklingen, antingen på så sätt att produktivkrafterna, som Marx och Engels skrev, slår om till "destruktivkrafter" eller genom att "överskottet" blir för stort i förhållande till den tillgängliga efterfrågan.

(b) En annan tolkning innebär, att man med exempelvis citat från *Det kommunistiska manifestet* i åtanke (se sid 29) pekar på att de faktiskt existerande produktivkrafterna inte används, eller används på ett ineffektivt sätt på grund av de existerande produktionsförhållandena. Ett kapitalistiskt exempel vore de kris- och depressionstider, då fabriker och arbetskraft inte kommer till användning, på grund av fallande profitkvot (dvs vinstförväntningar) orsakade av ekonomins sätt att fungera.

(c) Det är inte bara redan existerande produktivkrafter som fjättras. Produktionsförhållandena kan tänkas blockera skapandet eller införandet av nya produktivkrafter. Marx och Engels är inne på detta när de i *Det kommunistiska manifestet* — efter en uppräknning av de teknikens och vetenskapens storverk som bourgeoisin skapat — utbrister: "vilket föregående århundrade anade, att sådana produktionskrafter slumrade i skötet av det samhälleliga arbetet?"(45)

I kapitel 4 skall vi återkomma till hur motsättningen mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden konkret har analyserats för kapitalismens del.

Det är utvecklingen under kapitalismen som står i centrum i den här boken. Låt mig ändå kort säga några ord om hur Marx "tillämpade" sitt forskningsprogram på analysen av övergången mellan feudalism och kapitalism.

Forskningsprogrammet tillämpat?

I det feodala samhället hade de långsamt framväxande nya produktions- och kommunikationskrafterna efter hand kommit i motsättning till de feodala egendomsförhållandena. Detta var den allmänna bild Marx och Engels gav i *Det kommunistiska manifestet*. I *Grundrisse* från 1857—58 som är ett förarbete till *Kapitalet* beskrev Marx mer i detalj hur det feodala skråsystemet i städerna gett upphov till motsättningar. Å ena sidan främjade systemet en hög grad av hantverkskunnande, som sedermera kunde utnyttjas i den första fasen av kapitalistisk industrialisering. Å andra sidan förhindrade skråsystemets bestämmelser en fri rörlighet av arbetskraft, en koncentration av arbetare till större enheter samt en omvandling av hantverkaren till investerande och expanderande kapitalist. Ett tillräckligt överskott skapades inte i detta produktionssystem. Produktivkrafternas utveckling hämmades. Fabrikssystemet, maskineriet och storindustrin kunde helt enkelt inte uppkomma inom ramen för dessa produktionsförhållanden.(46)

Också på andra sätt fjättrades produktivkraftsutvecklingen under feodalismen. I *Kapitalet* III nämnde Marx småbrukarsystemet på landsbygden som ett hinder för utvecklandet och användandet av nya jordbruksmetoder.(47) Men den huvudsakliga diskussionen i *Kapitalet* går inte alls i denna riktning. Produktivkrafternas utveckling under feodalismen förefaller där vara helt irrelevanta för övergången till kapitalismen. Marx nämner boktryckeriets, krutets, kompassens och urmakeriets utveckling, men ser dem knappast som en nödvändig anledning till att ett nytt och högre produktionssätt skulle behövas.(48) I stället var det sociala och

ekonomiska förändringar (som i sin tur bara indirekt och delvis kunde hänföras till produktivkraftsförändringar) som enligt honom bröt sönder de feodala egendomsförhållandena inifrån.

Marx modifierade således åtskilligt sitt "forskningsprogram" när han kom till mer noggranna och vetenskapliga analyser av övergången från ett produktionssätt till ett annat. I nästa kapitel skall jag visa hur han senare även blev betydligt mer explicit vad gällde *orsakerna* till teknikutvecklingen. I *Kapitalet* och andra vetenskapliga verk analyserade han i detalj hur det kapitalistiska produktionssättets speciella ekonomiska rörelselagar tvingade fram en kontinuerlig utveckling av produktivkrafterna, eller arbetsprocessen som han nu kallade det.

Därmed kan vi vara mogna att åtminstone preliminärt diskutera frågan om Marx' (och Engels') påstådda teknologiska determinism.

Teknologisk determinism?

"För dem /Marx och Engels/ finns det bara en aktiv, dynamisk institution i samhället – de tekniska produktionssätten. Alla andra samhällsinstitutioner ses som passiva. De skulle aldrig förändras, vore det inte för förändringar i produktionssätten."

Så skrev 1921 den amerikanske ekonomen Alvin Hansen i en artikel om "The Technological Interpretation of History".(49) Han menade att Marx och Engels sökte en "yttersta orsak" till historiska händelser och ansåg sig ha funnit den i tekniken: "För dem är alla sociala institutioner mänsklig anpassning till den existerande produktionstekniken."(50)

Tankegångarna är vanliga bland Marx-kritiker. Låt mig citera Herbert Tingsten som i sin bok *Den svenska socialdemokratins idéutveckling* beskrev en av de tankegångar som han ansåg sig funnit hos Marx. Enligt denne, menade Tingsten, "vore bland de otaliga faktorer som ingå i samhällsutvecklingen, en viss bestämd faktor, produktivkrafterna, den egentligen bestämmande. Denna faktor blir den 'yttersta orsaken' till allt, den motsvarar Gud i en religiös världsförklaring."(51)

Mot Hansens och Tingstens tolkning kan man ha tre slags invändningar.

För det första var Marx och Engels aldrig på jakt efter något så metafysiskt som en "yttersta orsak" till samhällsutvecklingen. Detta är Hansens och Tingstens konstruktion. Däremot menade de att det var rimligt och fruktbart att i forskningen om konkreta historiska utvecklingsförlopp och tendenser utgå från människornas materiella villkor och de begränsningar och möjligheter som dessa inneburit i historien.

För det andra, definierade inte Marx och Engels begreppet produktiv-

krafter på det enkla sätt som Hansen (och även Tingsten) tillskriver dem. Hansen ser produktivkrafter som "ting" – tekniska produktionssätt, produktionsteknik osv. Marx däremot såg dem som den mänskliga, produktiva förmågan i relation till naturen och till den materiella omvärlden. Högre stadier i produktivkrafternas utveckling innebar "individernas mer avancerade självverksamhet" för att citera *Den tyska ideologin*. Det är väl platt att kalla detta en *teknisk* orsak till samhällsförändringen.

Hansen kan emellertid sägas ha *delvis* rätt i sitt påpekande att Marx och Engels i huvudsak inte brytt sig om "de underliggande orsakerna till förändringar i tekniken". Tingsten har en liknande formulering.⁽⁵²⁾ Men – och detta är den tredje invändningen – denna deras kritik drabbar bara de tidiga skisser till en historieteori som Marx och Engels lade fram på 1840–50-talet – och jag kan påminna om det polemiska sammanhang vari de formulerades (sid 21 ovan). I dessa skisser problematiserades inte orsakerna till kunskapens och produktionsmedlens utveckling. Marx och Engels bara postulerade att det skedde en utveckling.

I de mer ambitiösa studierna av kapitalismens utveckling, som Hansen och Tingsten uppenbarligen läst selektivt, är situationen annorlunda. Här diskuterar Marx i detalj mekanismerna bakom "produktivkrafternas" förändringar och det konkreta innehåll de får beroende på "produktionsförhållandenas" karaktär. I nästa kapitel skall vi mer ingående gå in på denna analys.

Sammanfattning

I det här kapitlet inleddes en diskussion om Marx' syn på teknikens plats i historisk förändring. Jag har utgått från Marx' och Engels' tidiga skrifter och sökt precisera vad de där menat med begrepp som produktivkrafter, produktionsförhållanden och produktionssätt. I det sammanhanget underströk jag att man måste betrakta produktivkrafterna som en dubbel relation; dels som människans materiella tillägnelse av naturen, dels som en viss organisatorisk kombination av arbetskraft och produktionsmedel. Dessutom betonades att det är den subjektiva aspekten av produktivkrafternas utveckling som står i centrum, dvs arbetskraftens kunskap, vilja och erfarenhet. Produktivkrafterna kan således varken reduceras till "ting" eller till enbart "objektiv" teknik, produktionsverktyg eller dylikt.

I kapitlets andra avsnitt formulerades en korrespondens- och en motsättningsdimension i förhållandet mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden. Det är motsättningen, som enligt Marx och Engels nödvändiggör övergången till ett nytt produktionssätt.

Jag pekade också på vissa vagheter i Marx' och Engels' allmänna historiefilosofiska utläggningar. För det första är det oklart vad som orsakar den ständigt fortskridande utvecklingen av produktivkrafterna. För det andra är det osäkert vad tanken om motsättning respektive korrespondens konkret skulle innebära. För det tredje kan därför tankegångarna om de "fjättrade" produktivkrafterna tolkas på olika sätt. Slutligen är det osäkert hur klasskampen förhåller sig till produktivkraftsutvecklingen i övergången från ett produktionssätt till ett annat.

Marx' och Engels' perspektiv måste ändå ses som fruktbart. I framför allt Marx' senare konkreta analyser fördjupades och preciserades tankegångarna. Många av vagheterna försvann. I de två närmaste kapitlen skall jag studera hur man utifrån Marx' senare analyser kan studera tekniskt arbete och teknikutveckling under kapitalismen. Tankarna om motsättning och korrespondens finns kvar, om än i modifierad form.

3. Kapitalism och teknisk förändring

”Ingen skall uttänka eller uppfinna något nytt, ej heller bruka eller använda något sådant, utan var och en skall av borgerlig och broderlig kärlek följa efter sin nästa.”
(Svensk skräförrättning från 1523)¹

Det kapitalistiska samhälle Marx och Engels såg växa fram kännetecknades av en våldsam teknisk omdaning: ”Bourgeoisin har under sitt knappt hundraåriga klassvälde skapat kolossala produktionskrafter än alla föregående generationer tillsammans”, noterade de i *Det kommunistiska manifestet*.⁽²⁾ Det nya klassherraväldet byggde i själva verket för sitt överlevande på en ständig teknologisk dynamik: ”Bourgeoisin kan inte existera utan en fortgående revolution i produktionsförhållandena, alltså i samtliga samhällsförhållanden”, hävdade de. Detta var något historiskt nytt: ”Ett oförändrat bibehållande av de gamla produktionsformerna var däremot det första existensvillkoret för alla tidigare industriella klasser.”⁽³⁾

Jag skall i det här kapitlet ta upp Marx' syn på kapitalismens ekonomiska rörelselagar och visa hur de genererar en fortlöpande teknisk omdaning av produktion och samhällsliv. I kapitlets första del står Marx' diskussion i *Kapitalet* i fokus. I den andra delen skall jag ge en bild av hur kapitalistiska krav på vinst och kontroll påverkat produktutveckling och arbetsprocess under de senaste decennierna.

Innan jag går vidare vill jag klarlägga några begrepp som jag kommer att använda, speciellt termerna arbetsprocess, bruksvärde, teknik och teknologi.

Några begrepp

I fortsättningen kommer jag inte att använda mig av begreppet produk-

tivkrafter, utan av begreppet arbetsprocess. Dess komponenter är mänsklig arbetsförmåga, arbetsmedel och arbetsföremål. De senare kallar jag också produktionsmedel.

Arbetsförmågan tillhör den arbetskraft som den omedelbare producenten i ett kapitalistiskt samhälle säljer på marknaden. I arbetsprocessen betjänar han sig av arbetsmedel för att omvandla arbetsföremålen (råmaterial, halvfabrikat, biämnena) i framställningen av ett bruksvärde. Detta är, som Marx angav i *Kapitalet*, "ett ting som genom sina egenskaper tillfredsställer mänskliga behov av något slag".(4) Bruksvärden är konsumtionsföremål eller produktionsmedel.

Som tidigare antytts har arbetsprocessen två aspekter. Å ena sidan innebär den *arbete*; en omvandling/bearbetning av (i regel) materiella ting. I denna process utnyttjar arbetaren "tingens mekaniska, fysikaliska och kemiska egenskaper och låter dem verka som maktmedel på andra ting i enlighet med hans syften".(5) Exakt på vad sätt arbetaren — i vid bemärkelse — utnyttjar dessa naturegenskaper skall vi diskutera i kapitel 5 och 6. Å andra sidan sker denna omvandlingsprocess inom en *organisatorisk* ram, där de arbetande och produktionsmedlen kan förenas på skilda sätt.

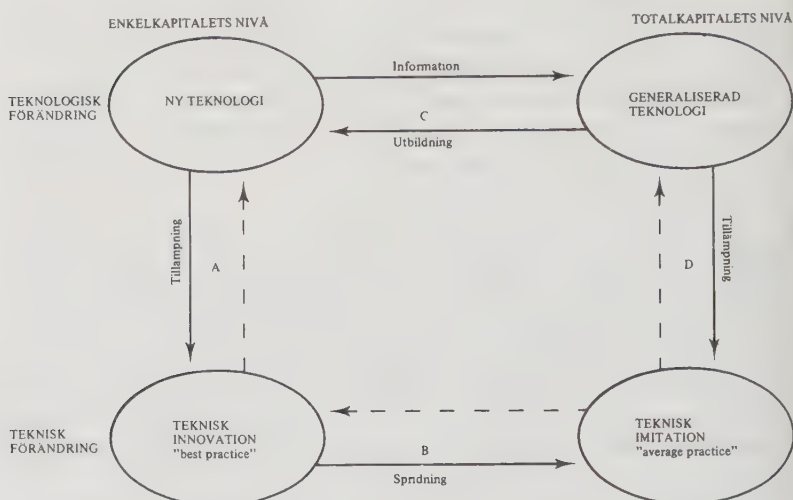
Arbetsprocessens ("produktivkrafternas") utveckling innebär, som vi noterat i kapitel 2, en stegring av produktiviteten. Detta kan ske genom ändringar i endera av de två aspekterna ovan eller i båda tillsammans.

I den icke-marxistiska litteraturen talar man inte om produktivkrafter, arbetsprocess o d. I stället används begrepp som teknisk och teknologisk utveckling. Som jag uppfattat saken, menas med *teknisk* utveckling vanligen förändringar i "den använda produktionsmetoden". Teknik blir då "ett tidsmässigt, rumsligt eller fysiskt integrerat system av maskiner, redskap och verktyg kombinerat med mänskliga arbetsinsatser".(6) Denna definition täcker ungefär det jag ovan kallat för "arbetsprocessen".

När jag i fortsättningen talar om *teknologisk* utveckling syftar jag på *kunskapen* om den använda produktionstekniken i båda dess ovanstående aspekter. I innovationslitteraturen tycks detta vara en vanlig definition. Så talar den amerikanske ekonomen Schookler om teknologi som "the social pool of knowledge of the industrial arts".(7) I denna definition ligger en begränsning till industrin, men också ett påpekande: kunskapen om tekniken är *social*. Den är inte bunden till enstaka produktionsprocesser utan kan generaliseras.

Ett antal andra begrepp — innovation, diffusion, imitation m fl — förekommer i dagens diskussion om teknisk förändring. Det är ofta svårt att se hur de hänger ihop. Låt mig åskådliggöra min användning av dessa begrepp i en figur:

Figur 3:1. Översikt över sambanden mellan teknisk och teknologisk förändring på enkelkapitalets och totalkapitalets nivå.



Figuren anger samband mellan begrepp som betecknar vissa fenomen i den kapitalistiska ekonomin. Den ger även ledtrådar till den fortsatta diskussionen. I det här kapitlet tar jag upp processerna A och B: införandet av ny teknik, nya arbetsprocesser och bruksvärden på enkelkapitalets ("företagets") nivå, samt deras spridning till samhällelig skala.

De intellektuella källorna till ny teknologi kommer att behandlas i kapitlen 5, 6 och 9. Processen C har bland annat att göra med reproduktionen (upprätthållandet och återskapandet) av arbetskraftens kunnande på samhällelig nivå. Denna aspekt behandlas inte i den här boken; jag jag hänvisar i stället till ett kommande arbete.(8)

I figuren anger de tjocka pilarna processernas dominerande riktning. De streckade anger återkopplingar, modifieringar, som alltid sker vid utvecklande och introduktion av ny teknik.

Figuren kan ge intryck av relativt oproblematiska flöden. Så är naturligtvis inte fallet. I verkligheten förekommer trögheter, blockeringar, motsättningar. Dem skall jag diskutera längre fram i kapitlet samt i kapitel 4. Flera viktiga hinder finns inbyggda i själva de kapitalistiska produktionsförhållandena: Kunskapen, teknologin, är inte fritt tillgänglig. Antingen hålls den hemlig i konkurrenssyfte, eller också antas den varuform för köp och försäljning på en marknad. Den "förkroppsligas" i licenser och patent; som mänsklig arbetskraft, expertis (process C);

eller som maskiner, maskinsystem, hela anläggningar (B). Att tekniken och teknologin i hög utsträckning är privat egendom får konsekvenser både för den tekniska utvecklingen och för det tekniska arbetets karaktär och sociala betydelse.

Det kapitalistiska produktionssättets specifika drag

I kapitel 2 konstaterade vi att det är tre dimensioner som framför allt skiljer olika produktionssätt från varandra; drivkrafterna bakom merarbete, merarbetets resultat eller yttre form samt produktionens syfte.

I det kapitalistiska produktionssättet härstammar tvånget till merarbete ur det ekonomiska förhållandet, att de omedelbara producenterna inte äger sina produktionsmedel utan måste sälja sin arbetskraft på marknaden för att överhuvud taget kunna överleva. Tvånget är inte primärt ideologiskt eller politiskt som i tidigare produktionssätt.(9)

Till det beroendeförhållande, som uppkommer i och med köp och försäljning av arbetskraft, kommer det för kapitalismen säregna förhållandet att arbetaren arbetar med produktionsmedel som inte tillhör honom samt "under kontroll av den kapitalist, som äger hans arbetskraft".(10) Att kapitalägaren köpt rätten att använda denna arbetskraft, innebär inte att han automatiskt kan få ut den arbetsmängd ur arbetaren som han önskar. Denna situation nödvändiggör och det etablerade makt- och kontrollförhållandet möjliggör en specifikt kapitalistisk form av teknisk utveckling i produktionen; Marx beskrev den väl i *Kapitalets* kapitel om arbetsdelning och maskineri.

Ett andra säreget drag i kapitalismen är den form merarbetet tar sig. Här är det nödvändigt att göra en distinktion, mellan vad Marx kallar "konkret" respektive "abstrakt" arbete.(11) Konkret arbete är nyttigt arbete som frambringar bruksvärden. Detta sker i en arbetsprocess (enligt den definition vi använt ovan), vars hjälpmedel, organisation och komplexitet varierar historiskt och bl a efter vad det är som skall tillverkas.

Abstrakt arbete innebär utgivandet av mänsklig energi. Den konkreta arbetsprocessen och det särskilda bruksvärdet är här ointressant. Det som är viktigt är det *värde* som produceras i en värdeskapande process. Marx postulerar, som andra ekonomer på hans tid, att endast mänskligt arbete är värdeskapande, samt att den producerade värdemängden är proportionerlig mot den samhälleligt nödvändiga arbetstid som läggs ned i produktionen. En varas värde framträder först vid bytet med andra varor på en marknad i form av dess bytesvärde.

Den kapitalistiska vinstens ursprung ligger i det merarbete och därmed

det mervärde som den omedelbare producenten tvingas frambringa i produktionen. Kapitalet köper arbetare och betalar dem till deras arbetskraftsvärde, vilket liksom hos andra varor bestäms av den samhälleligt nödvändiga arbetstiden för deras reproduktion (dvs återställande i ursprungligt skick). Arbetaren arbetar dock en längre tid i produktionsprocessen än vad som behövs för att täcka reproduktionen av hans arbetskraft. Det på denna tid frambringade och i varorna förkroppsligade värdet är mervärde, som kapitalet tillägnar sig i kraft av sitt ägande av produktionsmedlen.

Säljer kapitalisten de producerade varorna till deras värde så erhåller han därmed inte bara ersättning för värdet av det för produktionsmedel och arbetskraft tillskjutna kapitalet utan han realiserar även, dvs omvandlar i pengar, det i varorna inneslutna mervärdet. Merarbetet "förkroppsligas" här i en mycket indirekt och dold form, som den profit som tillfaller kapitalet genom bytesprocessen på varumarknaden.

Det tredje särdraget har vi redan tangerat i och med den föregående diskussionen. Den kapitalistiska produktionens mål är inte primärt bruksvärden för den härskande klassens privata konsumtion, som under feodalismen. I stället dominerar bytesvärdet, försäljningen med maximal vinst på en marknad.

På marknaden råder dock konkurrensens lagar som tvingar varje enskilt kapital till ständiga nyinvesteringar för att sänka sina produktionskostnader och skapa nya profitgivande marknader. Det producerade mervärdet (eller största möjliga del därav) måste ständigt förvandlas till nytt kapital och investeras i nya produktionsmedel och ny arbetskraft för ytterligare och utvidgad mervärdesproduktion. Utan denna ständiga *kapitalackumulation* riskerar de enskilda kapitalen att slås ut från marknaden.

Den tekniska utvecklingen är en integrerad del av denna kapitalackumulation. Dels blir en av ackumulationens konsekvenser en anhopning av maskiner och arbetskraft i stora industriföretag som måste styras och organiseras. Dels är en av de viktigaste *mekanismerna* varmed konkurrensen sker just teknisk förändring.

Orsaker till teknisk förändring

Jag kommer i det här avsnittet ta upp de specifika ekonomiska skäl Marx anger till teknisk förändring under kapitalismen.

Nya bruksvärden

Kapitalet utvecklar nya bruksvärden, eller nya produkter, för att tillfredsställa ett känt konsumtionsbehov eller uppmuntra ett nytt. Nya bruksvärden kan också ta sig formen av nya produktionsmedel, som skall förnya, förbilliga eller förbättra arbetsprocessen.

På Marx' tid gick relativt begränsat tekniskt intresse in i skapandet av helt nya konsumtionsprodukter. Kollektiva transportmedel såsom järnvägar och ångbåtar var viktiga undantag. Helt nya typer av individuella konsumtionsvaror skulle bli en effekt av de senare, kemiska och elektriska, industriernas framväxt. Den massefterfrågan på "lyxvaror" som dessa industrier och andra konsumtionsvaruindustrier (bilindustrin framför allt) byggde på, hade ännu inte skapats.(12) Att Marx därför kom att koncentrera sitt intresse på arbetsprocessens förändringar snarare än på den producerade varan är ej så märkligt. Det var dessutom i arbetsprocessens utveckling som den för honom centrala motsättningen mellan arbete och kapital sammanvävdes med de tekniska förändringarna.

Innovationer i arbetsprocessen

Varje enskilt kapital, konstaterade Marx, måste i konkurrensen sträva efter att öka sin vinst. Därför måste det också söka öka den del av arbetsdagen som innebär utpressandet av obetalt mervärde. Exploateringsgraden måste öka. Detta kunde antingen ske genom att tvinga arbetarna till en allt längre arbetsdag, eller genom att minska kostnaderna för varje producerad vara. Kapitalet söker i så fall höja arbetsproduktiviteten eller -intensiteten eller på olika sätt förse sig med billigare arbeidskraft än förut.

Marx diskuterar också, men betydligt knapphändigare, förbilligandet av det konstanta kapitalet (arbetsmedel och arbetsföremål).(13) Vi återkommer till detta på sidan 56 och sidan 66.

En innovation blir i detta sammanhang varje förändring i produktionsteknik och/eller organisation som höjer det enskilda kapitalets profitkvot över genomsnittet för branschen, genom att det sänker det individuella kostnadspriset under branschens samhälleliga genomsnitt. Det innoverande kapitalet får under en viss tid ett monopol. Det kan sälja varan till ett pris under det samhälleliga genomsnittsvärdet för varan, men över dess individuella värde och kan därmed uppnå en större marknadsandel och ett extra-mervärde.

Detta extra mervärde är möjligt att utvinna endast under en begränsad tid då det innoverande kapitalet är ensamt om den högre produktiviteten

i sin arbetsprocess. (Ett extramervärde kan ett enskilt kapital för övrigt även uppnå, genom att producera ett exklusivt bruksvärde på vilket det finns efterfrågan och som det på grund av brist på konkurrens kan sälja över dess värde.)

"Konkurrensens lagar" tvingar emellertid andra kapital att följa efter och införa de nya metoderna respektive ge sig in på den profitabla nya produktmarknaden. Det extramervärde som innovatorn kunde tillgodoräkna sig försvinner genom denna spridning av tekniken.

På det samhälleliga ekonomiska planet, på "totalkapitalets" nivå, får dessa förskjutningar vissa konsekvenser. Genom de många enskilda kapitalens agerande försvinner skillnaden mellan det individuella värdet på billigare producerade varor och deras samhälleliga värde. De många enskilda kapitalens investeringsbeslut har därmed till effekt att värdet sänks hos de varor som produceras i samhället. Detta kommer även att gälla för de varor som ingår i arbetskraftens reproduktion. De produceras på kortare tid, deras värdeinnehåll sjunker och därmed blir den yttersta konsekvensen av ny produktionsteknik att arbetskraftens värde faller.

Den enskilda kapitalisten fattar inte sina investeringsbeslut med sikte på att i samhällelig skala sänka arbetetskraftens värde och därmed den nödvändiga arbetstiden. Ändå är det detta, menade Marx, som blir det "allmänna resultatet" av alla enskilda kapitalers investeringsbeslut när de agerar i konkurrens med varandra. Följden blir att exploateringsgraden i produktionen ökar; den nödvändiga arbetstiden har ju förkortats.

Den andra, för oss intressanta konsekvensen av alla dessa individuella investeringsbeslut är en historisk omdaning av arbetsprocessen. "Kapitalet börjar med att lägga under sig arbetet med de tekniska betingelser som historiskt föreligger" påpekar Marx i *Kapitalet*. (14) Men efter hand omvandlas det nedärvda hantverksmässiga sättet att producera utifrån de nya krav som kapitalackumulationen ställer:

"... när mervärde skall produceras genom att nödvändigt arbete förvandlas till merarbete, är det inte tillräckligt att kapitalet bemäktigar sig arbetsprocessen sådan den föreligger och i den form, som den historiska utvecklingen har gett den, för att därpå nöja sig med att öka arbetsdagens längd. Kapitalet måste i grunden förvandla arbetsprocessens tekniska och samhälleliga betingelser, alltså själva produktionssättet, för att därmed öka arbetets produktivkraft och sänka arbetskraftens värde samt därmed förkorta den del av arbetsdagen, som är nödvändig för att reproducera detta värde." (15)

Förkortning av omslagstiden

Alla kostnadssänkande innovationer är inte primärt ingrepp i den omedelbara produktionsprocessen. Vissa innovationer är inriktade på att för-

korta kapitalets omslagstid, dvs minska den tid det tar från det att kapitalet först utges till dess att det producerade mervärdet realiseras som nytt kapital. Kapital frigörs snabbare och en given kapitalmängd kan under en given tidsrymd producera fler generationer varor, och därmed utpressa mer mervärde, än tidigare.

I *Kapitalets* andra och tredje band diskuterade Marx kapitalets omslagstid. Han såg den som summan av dess produktionstid och dess "omloppstid". Produktionstiden kan förkortas genom ökad arbetstakt och organisatoriska förändringar som gör att produkterna flyter snabbare genom fabriken. I litet vidare skala förkortas produktionstiden genom att råvaror och halvfabrikat snabbare och mer kontinuerligt kan tillföras produktionen. Kapitalet söker därför göra produktionen oberoende av naturliga produktionscykler, för t ex livsmedels- och textilvaror. Teknisk förändring inriktas även på att utnyttja råvaror på mer effektivt sätt, att finna nya råvarukällor samt att ersätta sällsynta eller strategiskt känsliga råvaror med mer lättåtkomliga syntetiska produkter.(16)

Med omloppstid menar Marx den tid det tar att få ut varan på marknaden och få den såld ("realisera" dess inneboende mervärde). Lång lagrehållning höjer kapitalets kostnader. Likaså stiger räntekostnaderna och en allt större del av det totala mervärdet överförs till bank- eller finanskapital. Komplexa kapitalintressen är således inblandade.

Tekniska innovationer i transport- och kommunikationssektorn har varit viktiga för att förkorta tiden mellan produktion och konsumtion. Marx diskuterade ångbåtarnas och järnvägarnas betydelse för att förkorta omloppstiden och förbilliga råvaror och produkter.(17) Den elektriska (och därefter elektroniska) industrins framväxt sedan 1800-talets mitt har påskyndat försäljnings- och bankarbetet och därmed hjälpt till att reducera kapitalets omloppstid.

Kontroll

Bakom dessa skilda typer av teknisk förändring under kapitalismen har legat en strävan efter ökad kontroll över produktionsbetingelserna i en alltmer komplex och världsomspännande produktionsprocess. "Kontroll" innebär här både en strävan till direkt styrning och en mer allmän möjlighet att förutsäga skeenden och resurstillgångar.

Av de tre faktorerna i arbetsprocessen – arbetskraft, arbetsmedel och arbetsföremål – är det arbetskraften vars tillflöde och agerande är svårast att förutsäga och styra. Detta av orsaker som är inbyggda i själva produktionsförhållandena, i den maktrelation som etablerats mellan arbete och kapital. Mycket av teknisk utveckling – både i "rent" teknisk

och i organisatorisk bemärkelse — har därför av kapitalet inriktats på att kontrollera eller manipulera arbetskraften, eller ännu hellre, göra produktionen oberoende av densamma.(18)

Sammanfattning

Kapplöpningen efter extramervärde tvingar de enskilda kapitalen att införa produktivitetshöjande och kostnadssänkande förändringar. Produktionsbetingelserna diversifieras därför ständigt inom en produktionssfär för att sedan utjämnas genom teknikspridning. Kapitalen investerar även i nya produktionsområden med förväntad hög profitabilitet. En förutsättning i båda fallen är att de producerade bruksvärdena kan avsättas med vinst på marknaden.

Kapitalistisk produktion innebär risker och chanstagningar genom konkurrensen om råvaror, marknader och profitabel teknologi. Maktförhållandet mellan arbete och kapital innehåller en inbyggd motsättning, som manifesteras i öppen kamp eller i mer fördolda intressekonflikter. Kapitalet har strävat efter att så störningsfritt som möjligt kunna ta ut mer arbete ur en ofta motsträvig arbetskraft. Materiell teknik och organisationsförändringar har införts för att göra produktionen oberoende av "dyr" och/eller "odisciplinerad" arbetskraft.

Den konkreta teknikutvecklingen

Jag vill nu relatera Marx' analys till den faktiska uppkomsten och utbredningen av nya bruksvärden och arbetsprocesser under kapitalismen.

I nästa avsnitt skall jag ta upp vad som händer när nya bruksvärden introduceras på marknaden. I avsnittet därpå går jag in på de tekniska förändringar som mer direkt har att göra med arbetsprocessens förändringar. Jag kommer bl a att skilja mellan olika grader av radikalitet i innovationerna och där bl a ange det tekniska arbetets insatser och bärare.

Nya bruksvärden och nya arbetsprocesser hänger naturligtvis ihop på olika sätt. Jag tror ändå det är vettigt att göra en distinktion mellan dem; detta av tre skäl:

(1) Den tekniska utvecklingen under kapitalismen har i olika historiska skeden dominerats antingen av den ena eller den andra typen av innovationer. Det gäller både i ett långt perspektiv och inom kortare ekonomiska cykler.

(2) Framtagandet av den ena respektive den andra typen av innova-

tioner sker i delvis annorlunda sociala miljöer, utifrån olika slags kompetenser och olika långt ifrån det manuella arbetet i produktionen. Nya bruksvärden tenderar att i högre grad än nya arbetsprocesser vara ett resultat av organiserat forsknings- och utvecklingsarbete. Processinnovationer och rationaliseringar av produktion sker i regel i närmare kontakt med den direkta produktionen och dess tekniska och ekonomiska villkor.

(3) De olika innovationstyperna har slutligen olika effekter på den kapitalistiska ekonomins långsiktiga utveckling och mönster.

Den första punkten kommer att diskuteras i resten av detta kapitel. Den andra punkten tas upp i flera av de senare kapitlen (t ex i kapitlen 5–6 och 8–10). Den tredje punkten skall behandlas i kapitel 4.

Produktinnovationer och industriella metamorfoser

Många ekonomer skiljer mellan verkligt banbrytande innovationer och sådana som utgör följd- eller ersättningsinnovationer i förhållande till de förra. Joseph Schumpeter såg, som vi noterade i kapitel 1, vissa innovationer som så väsentliga att de kunde dra igång en hel cykel av ekonomiskt uppsving. Det gällde i hans fall främst nya produktionsmedel (ångmaskinen, textilmaskiner, stålverk, el- och explosionsmotorer). Men också nya konsumtionsvaror — bilar, flygplan, hushållsmaskiner — kan utifrån dagens perspektiv ses som sådana ekonomiskt väsentliga innovationer. Vi kan kalla dem *basinnovationer*.

Begreppet är hämtat från den tyske forskaren Gerhard Mensch, som fört fram en teori om industriella "metamorfoser". En basinnovation definierar han som "sådana sociala och teknologiska innovationer som skapar helt nya sociala nyttigheter, nya serviceområden eller industriprodukter i privat eller offentlig sektor, för vilka det finns ett behov, och vilkas produktion och distribution nödvändiggör skapandet av nya 'marknader', många nya arbeten och vinstgivande investeringsmöjligheter". (19)

Basinnovationer har historiskt sett visat sig komma i "klumpar". Anledningen är, hävdar Mensch, att det i ekonomiska krisperioder finns ett speciellt aktivt sökande efter nya, potentiellt vinstgivande investeringsobjekt. De gamla har vid det laget spelat ut sin ekonomiska roll. Ansamlingen av basinnovationer ger tillsammans upphov till ett ekonomiskt uppsving och omdaningar av den industriella och sociala strukturen. Det är detta Mensch kallar "metamorfoser". Inblandade i dessa metamorfoser är följd- och förbättringsinnovationer, länkade till de ursprungliga basinnovationerna. Dessa är ekonomiskt och socialt viktiga, men ej så radikalt tekniskt nya som basinnovationerna.

Mensch's tankegångar kan kritiseras, kanske främst för en naivt opti-

mistisk syn på kapitalismens kriser och krislösningsmekanismer. Hans konkreta exempel på bas- och förbättringsinnovationer (han talar själv inte om följdinnovationer) kan också ifrågasättas.(20) I hans angreppssätt finns dock insikter som delas av andra innovationsforskare.(21) Det kan även för våra syften vara fruktbart att studera den kapitalistiska ekonomins utveckling utifrån ett perspektiv som koncentrerar sig på olika viktiga produkters "livslängd".

Basinnovationer

Det har visat sig vara vanskligt att förutsäga när och hur banbrytande nya innovationer kommer att uppstå. Sådana är dessutom svåra att "beställa fram", t o m i dagens resursstarka privata och statliga forskningsinstitut. De basinnovationer som varit av vikt i tidigare utvecklingsförlöpp har, anger Mensch, grundat sig på uppfinningar som i regel funnits till ganska länge. Nya insikter och iakttagelser har i ett kritiskt skede kombinerats med den befintliga kunskapen. I dagens kapitalism tenderar dock tidsavståndet mellan en uppfinning och dess tillämpningar att bli allt kortare.(22)

Empiriska innovationsstudier visar ändå på en stark tröghet i systemet.(23) Information från forskare och uppfinnare har svårt att nå ut till dem som skall satsa kapitalet. Starka intressen kan föreligga i en etablerad teknologi. Potentiella användare känner inte till eller har svårt att inse nyttan med den nya uppfinningen. Regler och förordningar är inte anpassade till den nya produkten och måste ändras i en lång och dyrbar process. Stora risker och kostnader är således förknippade med satsningar på radikalt ny teknik.

Ytterligare kostnader uppstår i och med att den nya produkten sällan provats i fullskalig produktion. De första prototyperna är i regel dyrbara och de tekniska problemen stora. Inom vissa teknikområden är det därför bara de allra största transnationella företagen som har råd, kompetens och industriell kapacitet att genomföra sådant tekniskt utvecklingsarbete.

Efterkrigstidens "metamorfos" orsakades, enligt Mensch, av de basinnovationer som uppkom under 1930-talet. De fick — bör man tillägga, även om Mensch inte gör det — sin "produktutveckling" betald och påskyndad av rustningarna och krigsdestruktionen. De byggde på uppfinningar inom bl a syntetkemi, elektronik och transportteknik.

Mensch diskuterar inte heller det centrala faktum att många av efterkrigstidens basinnovationer uppstod och utvecklades med kraftigt *statligt* stöd. I Sverige som annorstädes var — och är — det framför allt vissa industrigrenar och vissa, större företag som gynnats av att forsknings-

och utvecklings (FoU) kostnaderna subventionerats genom statliga be-
ställningar. Dessa har framför allt gått till rustnings-, rymd- och atomsek-
torerna.(24)

En OECD-rapport, *Technical Change and Economic Policy*, från 1980
sammanfattar de senaste årtiondenas utveckling i västvärlden:

”En stor del av de militära utgifterna för forskning och utvecklingsarbete spenderas
i flyg- och elektronikindustrin, där den helt klart starkt stimulerat och påverkat den
tekniska förändringens tillväxttakt och inriktning i vissa länder. Datorer och mikro-
elektronik är bland de teknologier som har mycket långtgående användningsområ-
den och som kraftfullt understötts av militära och rymdintressen.”(25)

När den nya tekniken förefaller möjlig att utnyttja i vinstgivande produktion
börjar fler företag än ”pionjärföretagen” intressera sig för de nya
produkterna. Följd- och förbättringsinnovationer uppkommer.

Följd- och förbättringsinnovationer

Framställningen av de nya produkterna drar in producenter av produktion-
smedel och råmaterial. Underleverantörssystem byggs upp, liksom
service- och distributionsnät. En kunskapsproduktion och en kunskaps-
överföring växer fram inom det nya teknikområdet. Framgångarna med
den nya tekniken leder till politiska påtryckningar för att bryta ner
juridiska, utbildningsmässiga och sociala hinder för en samhällelig an-
vändning av de nya produkterna.

Parallellt med dessa följdinnovationer sker förbättringar och vidare-
utvecklingar inom det nya teknikområdet. Det börjar gripa in på helt
andra områden; några exempel är den ”kemifiering” av traditionella
branscher, typ textilindustrin, som skett under 1900-talet, samt dagens
”datorisering” av det traditionella kontorsarbetet.(26) Följd- och för-
bättringsinnovationer sker både i produkterna själva och i de processer
varmed de tillverkas.

De nya produkterna står i ett slags komplementärt förhållande till
varandra; de förutsätter och stärker varandras position på marknaden.
Det byggs upp nya livsstilar kring de nya produkterna. Till en början är
de mer eller mindre lyxvaror för en minoritet, så som fallet var med bilen
och elektriska hushållsmaskiner på 1920–30-talet. Så småningom, när
allt fler företag ger sig in på området och kostnaderna pressats genom
långa serier och produktionsrationaliseringar, blir de nya produkterna
bas för en masskonsumtion (givet de ekonomiska möjligheterna för en
effektiv efterfrågan).(27)

Denna utveckling illustrerar att mycket av teknisk utveckling har vad man skulle kunna kalla en *systemkaraktär*. Drivkraften bakom införandet av ny teknik ligger i företagens vinstförväntningar. Men den inriktning som teknikutvecklingen tar sig kan inte i alla enskilda fall hänföras till konkreta vinstintressen. Följdinnovationer beror ofta på obalans och flaskhalsar i den existerande produktionen – och omvänt kan följdinnovationer ibland vara nödvändiga för att en basinnovation verkligen skall kunna få genomslag i samhället. Jag skall ge några exempel.(28)

En välkänd händelsekedja är införandet av Kays s k ”flygande skyttel” i vävningen på 1700-talet. Den ökade produktion som denna medförde, ledde till krav på att produktionen av spunnet garn skulle skyndas på; innovationer inom spinneriet skapade i sin tur en flaskhals i vävningen, vilket slutligen gav upphov till Cartwrights mekaniska vävstol.

Ett annat mindre välkänt exempel är de effekter som det av Frederick W Taylor och andra uppfunna ”snabbstålet” fick på verktygsmaskinernas utveckling i början av 1900-talet. Detta verktygsstål behöll sin hårdhet och skärpa i eggen också vid den uppvärmning som sker vid mycket höga skärhastigheter. Men de gamla verktygsmaskinerna tålde inte sådana maskinhastigheter. Drastiska nykonstruktioner av mer stabila och mångsidiga verktygsmaskiner blev nödvändiga, vilket i sin tur ledde till en vidareutveckling av skärverktygen för att passa de nya maskinerna, osv.(29) En ganska direkt följd av denna tekniska utvecklingskedja var en ökad arbetsintensitet. En svensk arbetare erinrade sig i boken *Verkstadsminnen* att ”... snabbstålet, det var en välsignad sak. Förut var det ett evigt spring att slipa och härda våra stål. Fick man nu hård material var det bara att använda snabbstålet, det tog med sig allt grus och sten.”(30)

Exemplen kan utsträckas till att gälla ännu större system av produkter, inklusive konsumtionsvaror och samhällelig infrastruktur. Ett lands telefonsystem är ett exempel. Det teknologiska och tekniska system som innefattar det vi brukar räkna in i ”bilsamhället” – vägar, bensinstationer, körskolor, oljeraffinaderier, fritidsindustri, lagar och förordningar, förutom själva produktionen av bilar – är ett annat.

Denna systemkaraktär hos dagens teknologi och teknik, som innebär en viss grad av självgenererande och självförstärkande utveckling frestar många till att se tekniken som drivkraften i den sociala förändringen. Man glömmer då, menar jag, att de yttersta drivkrafterna bakom dagens tekniska utveckling ligger i en på profitproduktion baserad ekonomi, och de politiska och ideologiska intressekonstellationer som grundar sig i denna.

Omvänt innebär systemkaraktären och sammanvävningen av ekono-

miska och tekniska intressen att idéer och uppfinningar som inte passar in i ett existerande system inte materialiseras.(31) Det kan gälla nyttiga och t o m potentiellt vinstgivande produkter. De tekniska system av bas- och följdinnovationer som byggts upp är ofta så komplexa, liksom de privata och statliga institutionella arrangemangen vilka understöder och profiterar av dem, att det blir en stark tröghet i reaktionen på nya och omstörtande idéer. Etablerade intressen på många nivåer i företag och offentliga apparater har stora möjligheter att sålla bort eller bekämpa sådan teknik eller sådana produkter som inte passar in i systemet.

Tröghet och stagnation är således en viktig ingrediens i teknisk förändring under kapitalismen, likaväl som dynamik och innovation. I vissa lägen i den industriella och sociala metamorfosen förefaller dessa stagnationstendenser vara speciellt akuta. De uttrycker sig både i en tilltagande rationalisering av produktionen och i en allt större försiktighet i produktutvecklingen.

Rationalisering och koncentration

När en marknad etablerats för både bas- och förbättringsprodukter övergår enligt Mensch utvecklingen i ett nytt skede där processinnovationerna börjar dominera över produktinnovationerna. Rationalisering av produktionen blir då ett vanligare medel i konkurrenskampen än framtagandet av nya produkter. Snarare standardiseras och begränsas den tidigare mångfalden av modeller och design.

Rationaliseringssträvandena och försöken att minska kostnaderna per producerad vara medför sammanslagningar och utslagningar av företag. Produktionen i varje land koncentreras till ett fåtal storbolag, som dras in i en alltmer omfattande och hänsynslös internationell kamp om varandras marknadsandelar.(32)

Pseudoinnovationer

Mensch har följt den senaste "metamorfosen" in på 1970-talet, och vi kan komplettera hans uppfattning med data från den tidigare nämnda OECD-rapporten.

I början av 1970-talet började marknaden i OECD-länderna bli mättad för de konsumtionsvaror som byggt upp stora delar av efterkrigsexpansionen.(33) När marknaden stagnerade blev kampen hård om marknadsandelar. Å ena sidan inriktas idag mycket av den tekniska utvecklingen på strukturrationaliseringar och uppdrivande av produktivitet och arbets-

tempo i de existerande företagen. Å andra sidan har åtskilliga företag övergått till en "defensiv" strategi vad gäller produktutveckling. I stället för att satsa på nya generationer av förbättringsinnovationer – och än mindre på nya basinnovationer – koncentrerar de sig på vad Mensch kallar "pseudoinnovationer".

Vid det här laget har de tekniska kvalitetsskillnaderna mellan olika länders och företags produkter reducerats till ett minimum. Mer subtila distinktioner avgör vad konsumenten köper. "Pseudoinnovationer" inriktas på att framhäva dessa mindre skillnader i utseende och prestanda som något helt avgörande. De blir föremål för en våldsam reklam och marknadsföring – något som idag för övrigt inte bara gäller varor för privat konsumtion, utan även produktionsmedel och komplicerade vapensystem.

Livscykeln för vissa konsumtionsvaror är medvetet begränsad, ibland till en enda säsong. Därefter är de "omoderna". Det "moraliska slitaget" sker betydligt snabbare än den fysiska förslitningen (för att använda Marx termer) även i fall av inbyggd snabb fysisk förslitning.⁽³⁴⁾ Konkurrensen om marknadsandelar sker via produkters "nyhetsvärde", och ej via tillfredsställelsen av existerande behov. Också produktionsvarornas livs-cykler förkortas alltmer.

Ett gott och tidigt exempel på pseudoinnovationer är resultatet av mycket av de stora läkemedelsbolagens FoU-verksamhet. En stor andel av dess nya produkter är imitations- eller kombinationspreparat, vilkas terapeutiska verkan inte är större än de på marknaden redan existerande.⁽³⁵⁾

I dagens internationella ekonomiska kris tycks denna insnävning av FoU-verksamheten känneteckna många branscher. Siffror från OECD och från svenska undersökningar visar att företagen satsar allt mindre på forskning och på framtagning av ny kunskap, som skulle kunna leda till nya bas- eller förbättringsinnovationer. En stor del av FoU-arbetet inriktas på kortsiktiga lösningar och på att försvara existerande produktionslinjer. Bara den nya teknologi som passar in i existerande produktion inoveras. Maskinutrustning, fabriksbyggnader, tillverkningsprocesser, marknadsstrategier, det egna och det samhälleliga kunnandet är låsta vid existerande produktionsinriktningar. Kapital och kunnande är knutet till den egna "marknadsnischen" eller teknologiska specialiteten.⁽³⁶⁾

Stagnation eller nya basinnovationer?

Ur enkelkapitalets synvinkel är det i detta läge rationellt att inte satsa riskpengar i osäker grundforskning eller ens i långsiktiga, tillämpade

projekt. Så länge man kan uppnå tillräcklig vinst på de produkter man redan har på marknaden, satsas snarare i pseudoinnovationer eller i rationalisering av produktionen, kopplad till en mer intensiv service eller marknadsföring. Detta sker trots risken för att nya basinnovationer från andra håll skulle utplåna den etablerade nischen. Det sker också trots att nya basinnovationer — i det perspektiv som Mensch skisserat upp — ur totalkapitalets synpunkt skulle vara mer rationella eftersom de kunde ge upphov till höjda profitkvoter och en ny ekonomisk expansionsfas för hela ekonomin.

Vad Mensch inte noterar i sin analys är dagens ojämna utveckling. Det har idag uppkommit nya expansiva tekniksektorer, parallellt med den stagnation som många tidigare tillväxtbranscher upplever på grund av marknadsmättnad och hårdnande internationell konkurrens. Det talas mycket om en "mikrodatorrevolution" och om nya industrier baserade på avancerad bioteknik.(37) Utvecklingen inom dataområdet kan ses som en ny basinnovation som redan fått direkta och indirekta effekter på industriprocesser och konsumtionsvaruindustri. Därmed inte sagt att en eventuell ny industriell "metamorfos" skulle få samma förlopp som de tidigare. Dagens ekonomiska kris har vissa särdrag, bl a en kombination av arbetslöshet och stark inflation. Den internationella ekonomiska strukturen har också förändrats. De transnationella storföretagen som är motorn i den nya teknikutvecklingen har uppnått en allt större dominans. Den nya internationella arbetsdelning som håller på att inrättas utifrån dessa företags agerande, kan innebära en mycket ojämnare och osjälvständigare industriutveckling än den tidigare tillväxtperioden under efterkrigsperioden.

Kostnaderna för att utveckla ny teknik har stigit mycket starkt.(38) De olika nationella kapitalen har här en olikartad position. I vissa länder som USA kan kostnaderna slås ut på en större hemmamarknad än annorstädes. Som vi noterat tidigare i kapitlet varierar dessutom graden av statligt stöd till branscher och företag, med en stark koncentration på militär- och energiforskning. Möjligheten till en nationellt oberoende utveckling förefaller begränsad inom flera nya teknikområden. Detta gäller i varje fall för de mindre industriländerna och för den stora majoriteten länder i "tredje världen".

Några tänkbara konsekvenser av denna utveckling på det tekniska arbetets inriktning och karaktär är de följande: (1) En stor del av det tekniska arbetet inriktas på rationaliseringar av existerande produktion, snarare än på nyproduktion och nybyggnad. (2) Kraven på snabb räntabilitet ökar inom de branscher och industrier som ägnar sig åt etablerade produktionslinjer och "pseudoinnovationer". Annat utvecklingsarbete läggs ner eller skjuts på framtiden. (3) Kraven ökar på en närmare

integrering av statliga forskningsinsatser (på universitet och forskningsinstitut) med de privata storföretagens målsättningar inom de nya teknikområdena. (4) Det långsiktiga tekniska utvecklingsarbetet kommer alltmer att koncentreras i de transnationella storbolagens "teknologifabriker". Här utformas det till ett arbete, som kringgärdas av stor sekretess och sker under starkt konkurrensstryck och krav på räntabilitet.(39)

Arbetsprocessens rationalisering

I denna andra typ av innovationer rör vi oss framför allt *inom* företagens ram. Vi förutsätter att samma uppsättning varor produceras av företaget. De tekniska förändring som införs har till uppgift att sänka kostnaderna per producerad vara. Målet är att sälja fler varor och därmed uppnå en extraprofit, inte primärt att ge konsumenterna billigare varor eller att tillverka samma mängd varor på kortare arbetsid (med bibehållna lönekostnader). Liksom vid produktinnovationerna söker kapitalet vid införandet av nya maskiner eller arbetsprocesser säkra ett så långvarigt monopol som möjligt på de nya tekniska betingelserna.

Jag skall ta upp ett par olika aspekter av arbetsprocessens rationalisering, nämligen dess omfång och dess inriktning. Samtidigt tar jag även upp de "sociala bärare" som olika slags rationaliseringar utnyttjar.

Rationaliseringarnas karaktär

Liksom produktinnovationer kan processinnovationer ha en mer eller mindre radikal inverkan på produktionen.

(1) Vi kan även här tala om *basinnovationer* som i grunden förändrar produktionsmetoderna inom en industrisektor eller en produktionstyp. Dessa basinnovationer skulle senare följas av flera generationer av följd- och förbättringsinnovationer, samt av det jag senare skall diskutera under rubriken "vardagsrationaliseringar". Exempel på basinnovationer är float-glas-metoden inom glastillverkningen, Bessemerprocessen inom ståltillverkningen, numerisk styrning av verktygsmaskiner. Exempel på basinnovationer som förändrat flera olika branscher är Henry Fords löpande band inom sammansättningsindustrin. En organisatorisk basinnovation är Taylors system för tids- och metodstudier.

Basinnovationer utvecklas idag, på grund av de enorma kostnader som är inblandade, antingen av speciella icke-producerande innovationsbolag, specialiserade på nya produktionsprocesser (vanliga inom kemisk industri) eller i de stora företagens FoU-avdelningar.(40) Om man så vill kan man

också här tala om "pionjärföretag" som utvecklar en ny process, vilken sedan säljs vidare i form av kunnande (licenser, patent, expertis) och "hardware" på marknaden. Införandet av dessa basinnovationer är bundet till stora investeringar, antingen i helt nya fabriker eller verkstäder, eller i förändringar av en existerande maskinpark och dess lay-out.

Efterhand blir denna teknik – med de följd- och förbättringsinnovationer som är inblandade – standard inom en bransch. Svenska företag har, förefaller det utifrån jämförande internationella studier, varit snabbare med att tillämpa och vidareutveckla utländska basinnovationer, än att själva utveckla någon sådan. I själva verket tycks svenska företag under efterkrigstiden varit snabbare än andra länders med att "imitera" ny produktionsteknik (se figur s 37), något som undersökarna förklarar med den svenska industrins kostnadsläge och konkurrenssituation. I de fall den nya tekniken krävt produktion i relativt stor skala (t ex stränggjutning i stålindustrin) tycks å andra sidan de svenska företagen ha varit relativt senfärdiga.(41)

Spridningen av ny produktionsprocessteknik sker i vissa fall ganska långsamt, bl a på grund av monopolistiska marknadsförhållanden. Mängden bundet kapital i gamla anläggningar spelar också en roll liksom möjligheten till kontinuerliga förbättringsinnovationer. Äldre generationer av en produktionsteknik kan därför leva kvar vid sidan av de nya – åtminstone så länge marknaden för de produkter som produceras är expanderande eller tryggad genom t ex tullhinder. När konkurrensen om marknadsandelarna hårdnar, som exemplet stål visat på 1970-talet, blir de omoderna anläggningarna snabbt utslagna.

(2) I vissa typer av produktion tycks kontinuerliga *följd- och förbättringsinnovationer* vara mycket väsentliga. I en enkät utförd av IVA (den svenska ingenjörsvetenskapsakademin) i slutet av 1970-talet anses metodinnovationerna vara speciellt viktiga inom processindustrin. Produkterna är ju där ofta givna. I ett enkätsvar framhålles: "I en processindustri kan metodinnovationer väga tyngre än produktinnovationer. Metodinnovationerna består av tusentals och åter tusentals förändringar. En del av dem flyter som en ström genom världens industrier, förbättrade stålqualiteter, förbättrade smörjoljor, bättre korrosionsskydd, nya material, t ex plaster, industrigummi."(42)

Den kapitalistiska industriproduktionens internationalisering med de transnationella storbolagen som förmedlare av en avancerad teknik, har i viss utsträckning lett till en homogenisering av produktionstekniken över världen. De industriella tillverkningsprocesserna baseras inte primärt på lokala råvaror och tillverkningstraditioner, utan på en internationell "average practice" (figur s 37). "Stålproduktion liksom framställning av TV-apparater äger i princip rum på samma sätt över hela

jorden. Någon anledning till att konfektionsfabriken skall se annorlunda ut i Hongkong jämfört med Borås finns egentligen inte", påpekas i en svensk rapport 1980.(43)

Det finns därigenom en tendens till ett förallmänligande och en homogenisering också av den tekniska kunskapen. "Huvuddelen av världens industriproduktion idag sker förmodligen med användande av en teknik som i princip är tillgänglig för varje företag som har råd att anställa några dussin ingenjörer med högskoleutbildning", hävdar samma rapport.(44) Det torde då gälla teknik och produkter som hamnat just i förbättrings- och följdinnovationsfasen. Det är teknologi som är lätt tillgänglig, standardiserad och lätt att kopiera eller införa i den egna produktionen.

Gemensamt för den nya processteknik som jag talat om i dessa avsnitt har varit att den varit bunden till *investeringar*, antingen i form av FoU-satsningar inom ett företag eller som köp på marknaden. Jag skall nu säga några ord om en mer "människobunden" och mindre överföringsbar form av teknisk utveckling, som har stor betydelse för produktivitets- och intensitetshöjningarna inom industrin.

(3) Vad jag kallar "*vardagsrationaliseringar*" på företagens avdelningsnivå eller lägre, består av mindre och stegvisa förändringar i arbetsprocessen eller i den produkt som tillverkas. Av den nyssnämnda IVA-enkäten framgår att sådana produktivitets- och intensitetshöjande småförbättringar är mycket väsentliga för företagens utveckling. Man betonar att "de otaliga små tekniska förändringarna sammanlagt kan ha varit lika betydelsefulla som de iögonenfallande".(45)

Stora delar av företagens ingenjörer och tekniker ägnar sin tid åt småförbättringar av den här typen. Man ser emellertid sällan några redogörelser för vilka smååtgärder som t ex legat bakom produktivitetshöjningar på en avdelning under en viss tidsperiod. IVA-rapporten redovisar dock uppgifter från fem avdelningar inom vad som torde vara en division inom ett stort verkstadsföretag. En mängd småförbättringar beskrivs, såsom införandet av nya ackord, omflyttningar av arbetare till nya uppgifter, införandet av en robot vid ett transportband, användning av större ugnar än förut, förbättring av kördata i karusellsvärning osv. Det anges att 45 % av de produktivitetshöjande åtgärderna under ett år hänförde sig till rent tekniska förändringar. Resten, 55%, hade sitt ursprung i organisatoriska förändringar av arbetsprocessen.(46)

Låt mig *sammanfatta* om rationaliseringarnas karaktär. Man kan finna en långsiktig tendens i innovationernas effekter på arbetsprocessen. Kapitalets strävan har varit att inom varje ny produktionsgren standardisera tillverkningen, förlänga serierna och övergå till en så "flytande tillverkning"

som möjligt, där flaskhalsar och pauser i produktionen reducerats till ett minimum och där den centrala styrningen av arbetsprocessen ökat i motsvarande grad. Möjligheten härtill har varierat, beroende bl a på den produkt man tillverkar och den typ av arbetsprocess som är inblandad (om det gäller omvandling, omformning eller bearbetning av material, sammansättning av komponenter osv).(47)

Arbetsprocessen inom privat och offentlig verksamhet samt både för arbetare och tjänstemän har under kapitalismen tenderat att utvecklas efter ett gemensamt mönster, om än i olika takt: Arbetet uppdelas och fördelas på olika slags arbetskraft, vissa uppgifter mekaniseras och efter hand överflyttas hela komplexa arbetsområden med elektronikens hjälp in i maskinerna. Det "levande arbetet" försvinner ur den omedelbara produktionen och ersätts med maskiner och maskinsystem. Om man så vill, kan man göra en allmän periodisering av den kapitalistiska arbetsprocessen utifrån dessa erfarenheter, med användning av begreppen Samverkan – Arbetsdelning – Mekanisering – Automatisering.(48) I kapitel 8 och 9 kommer jag delvis att använda denna uppdelning i en diskussion av konstruktions- och ritarbetets funktion och utveckling.

Rationaliseringarnas inriktning

Rationaliseringsåtgärder har olika inriktning. En skiljelinje går mellan sådana som riktar sig mot de "rent" tekniska komponenterna i produktionen och sådana som innebär ändrad organisation av arbetsprocessen. En annan viktig distinktion gäller den typ av kostnadsreduktion som avses, dvs om det är (1) arbetskraft eller (2) produktionsmedel som skall inbesparas. Låt mig diskutera dessa två aspekter var för sig.

(1) Marx betonar i *Kapitalet* och på andra håll att den grundläggande tendensen i kapitalistisk teknikutveckling är att ersätta människor med maskiner. Kapitalet mekaniserar driften för att ekonomisera med det levande arbetet och för att höja arbetets produktivkraft. Mekaniseringen av produktionen är emellertid bara en åtgärd av många som kapitalet infört för att sänka arbetskostnaderna per producerad enhet.

Vi kan, bl a med hjälp av en artikel av Torsten Björkman från 1978, skilja mellan fyra olika slags besparingar i utgifterna för variabelt kapital (arbetskraft) per producerad enhet.(49) Rationaliseringarna inriktas på:

- att sänka arbetets pris
- att förlänga arbetstiden (till oförändrat pris)
- att höja arbetsintensiteten (till oförändrat pris)
- att höja arbetsproduktiviteten (till oförändrat pris)

Dessa fyra slags besparingar kan ske antingen med organisatoriska eller

med tekniska medel (automatisering, mekanisering) eller genom en kombination av båda. Vi får följande exempelsamling:

<i>Åsyftade effekter</i>	<i>Typ av förändring i arbetsprocessen</i>	
	<i>Organisatorisk</i>	<i>Teknisk</i>
Sänkning av de totala lönekostnaderna	Arbetsdelning med lönedifferentiering	Mekanisering av kvalificerat arbete
Förlängning av den produktiva arbetsdagen	Borttagande av vilopauser	Skiftarbete p g a övergång till processtillverkning
Ökad intensitet i arbetsuppgifterna	"Rationell arbetsledning"	Löpande band
Ökad produktivitet	Samverkan, samarbete	Mekanisering och automatisering

(2) Mycket rationaliseringsarbete har gått in i en hushållning med det *konstanta* kapitalet, både med vad Marx kallade det *fasta* konstanta kapitalet i form av maskiner och byggnader och det *cirkulerande* i form av driftkapital. Det *fasta* konstanta kapitalet kan förbilligas på flera sätt:

- genom att använda maskiner och byggnader på ett effektivare sätt
- genom att inrätta så långa produktionsserier som möjligt
- genom att använda maskinerna under så lång tid som möjligt

Torsten Björkman beskriver i sin artikel hur kapitalägarna sökt utnyttja det kapital som är bundet i tomter, anläggningar och fastigheter på effektivast möjliga sätt.(50) Många tillverkningsled har trängts ihop på små utrymmen, fabrikena har byggts på höjden (speciellt i industrialismens tidigare skede), alla icke-produktiva verksamheter har undvikits. Marx noterade på sin tid dessa ansträngningar och kommenterade i *Kapitalet* II sammanträngningen av arbetare i fabrikena. Han såg dess motsägelsefulla karaktär "som en källa till växande profit för kapitalet, å andra sidan, också /som en/ . . . orsak till slöseri med arbetarnas liv och hälsa."(51)

Mekaniseringen av produktionen innebär en sprängvis ökning av arbetsproduktiviteten. "Men givet mekaniseringen — hur utnyttjar man maskinerna på bästa sätt", frågar Björkman.(52) Den enklaste principen är att få så långa maskinpass som möjligt. De metoder som använts har varit skiftgång samt funktionsgruppering av de olika verksamheterna på företaget. Allt svetsarbete utförs t ex i en verkstad, all svarvning i en annan. På så vis hålls maskinbeläggningen hög. Standardisering av produktionselementen har varit en annan viktig metod för att få långa serier i produktionen.

Förbilligandet av det *cirkulerande* konstanta kapitalet har åstadkommits dels genom förändringar på det enskilda företags nivå, dels genom den allmänna tekniska utvecklingen. I det förra fallet minskas den del av kapitalets omslagstid som består av produktionstid, i det andra omlopps (cirkulations och realisations)tiden.

På senare år har det svenska kapitalet alltmer kommit att inrikta sina rationaliseringssträvanden på att minska det kapital som är bundet i "produkter i arbete" (s k PIA). Det cirkulerande kapitalet i form av halvfärdiga produkter kan nämligen i vissa fall uppgå till bortåt 150% av fastighets- och maskinkapitalet. Organisatoriska och tekniska förändringar för att öka deras genomströmning i produktionen har blivit följden av denna insikt.(53)

Går vi utanför själva tillverkningsprocessen, leder en snabbare tillförsel av råmaterial till förkortad omslagstid. Så länge industrin var avhängig av tillförsel av naturprodukter, tex inom livsmedelsindustrin, stötte kapitalet på en absolut gräns för hur mycket som kunde produceras under ett år. Möjligheten att ta ut flera skördar per år, liksom möjligheten att genom förbättrad transportteknik utnyttja råvarukällor på skilda håll i världen, har ökat möjligheten till en ökad årsproduktion. Framför allt torde den kemiska industrins produkter och "kemifieringen" av andra industrier gjort den kapitalistiska produktionen oberoende av naturliga produktionscykler och råvarukällor. Den har även medfört en effektivare användning av det cirkulerande kapitalet i produktionen.(54)

Sammanfattning

Det här kapitlet innehåller två avdelningar. I den första behandlar jag de drag i den kapitalistiska produktionsordningen som främjar en ständig framkomst och utbredning av ny teknik. I den andra anger jag det viktigaste innehållet i den teknik som utvecklats under kapitalismen. Jag skiljer därvid mellan produkt- och processinnovationer och mellan olika grad av radikalitet — tekniskt och ekonomiskt — hos olika typer av tekniska förändringar.

Den konkreta analysen i kapitlets andra del relateras systematiskt till de ekonomiska drivkrafter som behandlats i den första delen. Härvid är det konkurrensen mellan olika kapital samt relationen mellan arbete och kapital i den mervärdesproducerande processen som står i centrum för min analys.

4. Kapitalismens motsättningar

I detta kapitel skall jag återknyta till Marx' "forskningsprogram". Nu är det den tekniska och teknologiska utvecklingens motsägelsefulla sociala effekter som står i centrum.

Vi fann i kapitel 2 att Marx diskuterade två slags förhållanden mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden, "korrespondens" och "motsättning". Vi noterade också, att Marx (och Engels) i de tidiga skrifterna betonade produktivkraftsutvecklingens betydelse för historisk förändring, men att de inte klart angav *vad* det var som utvecklade produktivkrafterna.

I kapitlet därpå, kapitel 3, sökte jag dock visa att Marx i sin analys av arbetsprocessens utveckling under kapitalismen helt klart såg den som styrd av produktionsförhållandena, av de krav på maximal profit och på kontroll över samtliga produktionsbetingelser, inklusive arbetskraften, som kapitalförhållandet innebär. Den sociala kausaliteten är dock inte linjär utan strukturell. Marx såg en ömsesidig påverkan mellan olika delar av den sociala helheten. Kapitalförhållandet styr ytterst arbetsprocessens och bruksvärdenas utvecklingstendens; dessa har i sin tur dels en viss egenutveckling och dels återverkar de på den motsättning som finns inbyggd i kapitalförhållandet. Vi kan tala om en "korrespondens"situation i den bemärkelsen som tidigare tagits upp (se kap 2 s 28) – men med det förbehållet att det i Marx' analys av kapitalismen är "produktionsförhållandena" och inte "produktivkrafterna" som är det i sista hand styrande elementet.

Frågan blir då: hur uttrycks denna korrespondens konkret? När (om alls) övergår den till en motsättning, och vilken karaktär har i så fall denna motsättning?

Jag skall diskutera dessa frågor genom att ta upp fyra marxistiska traditioner som sätter olika idéer hos Marx i fokus. Jag skiljer mellan traditioner som ser orsaken till motsättningen mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden

- (1) i motsättningen mellan bytes- och bruksvärdesproduktion;
- (2) i profitkvotens fall på grund av höjd organisk sammansättning;
- (3) i teknikens allmänna karaktär jämfört med produktionens privata;
- (4) i den kapitalistiska arbetsprocessens inre utveckling och motsättning.

Vi skall se att de leder till delvis olika slutsatser om dagens situation. De ger också — vilket är viktigt för denna boks tema — helt olika plats och betydelse åt det tekniska arbetet under kapitalismen.

Bytesvärdesproduktionen i centrum

Cohen

Låt mig anknyta till G A Cohen, vars diskussion av Marx' historieteori jag tagit upp i kapitel 2. Cohen ser en klar motsättning mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden i avancerade kapitalistiska samhällen.(1)

Dagens motsättning ligger enligt Cohen inte primärt i att produktivkrafterna *hindras* i sin utveckling. Det är i stället deras *användning* som begränsas och snedvrids. Den kapitalistiska konkurrensen tvingar de enskilda kapitalen till en ständig produktivtetsutveckling. I sitt tidiga skede ledde kapitalistiska produktionsförhållanden till ett dittills oäskat materiellt välstånd och undanröjde tidigare fattigdom och elände. Men i kapitalismens avancerade stadium har den kapitalistiska konkurrensen uttömt sin historiska roll: "Den avancerade kapitalismens produktionsteknologi," skriver Cohen, "frambringar en hittills otänkbar möjlighet att undslippa Adams förbannelse och frigöra människan från slit, men den kapitalistiska ordningen och dess produktionsförhållanden förhindrar att denna möjlighet utnyttjas."(2)

Den ökade produktiviteten under kapitalismen kan i princip användas på två olika sätt. Antingen kan den utnyttjas för att tillverka en "lagom" mängd varor, anpassade efter "måttliga" behov, med en samtidig förkortning av sådant arbete som upplevs som slitsamt och påtvingat av människorna. Eller också kan den ökade produktiviteten användas till att tillverka allt fler varor, med samma (eller minskad) insats av mänskligt arbete. (Man kan också tänka sig kombinationer av dessa alternativ.)

I realiteten är kapitalismens inneboende tendens att främja det andra alternativet: en ökad produktion av varor. Detta hänger samman med dess koncentration på bytesvärdet som produktionens allt dominerade mål. Krav på ett ständigt expanderande "överskott", på maximalt bytes-

värde för vidare investering i vinstgivande verksamhet, är en nödvändighet för de kapitalistiskt producerande företagen. Annars går de under i konkurrensen. Det första alternativet, en förkortning av arbetstiden tillsammans med en stagnerande "output" skulle gå stick i stäv med kapitalismens rörelselagar och syften; den profit som beror av ökad produktion och ökad försäljning skulle utebli och därmed konkurrenskraften och företagens existens.

Att det är det andra alternativet som dominerar under kapitalismen kan lätt konstateras. Mängden producerade varor har expanderat enormt; samtidigt har arbetstiden förkortats relativt litet. Cohen hävdar, att en amerikansk arbetare av idag troligtvis arbetar en längre tid om året (inklusive resor till och från arbetet) än en medeltida europeisk bonde. De arbetstidsförkortningar som skett under kapitalismen har vunnits i förhållande till de ursprungligen mycket långa arbetstider som kapitalet införde. Dessutom har de varit en produkt av en lång och förbittrad kamp från arbetarklassens sida. En förkortning av arbetstiden (med oförändrad lön) har aldrig legat i kapitalismens intresse.(3)

Expansionen av bruksvärden har tagit sig skilda former. En förutsättning för att bytesvärdet skall kunna realiseras är ökad privat och/eller offentlig konsumtion. Cohens tes är att denna ökade konsumtion efter hand inte längre fyller några väsentliga mänskliga behov. Den frigörelse från slit som skulle kunnat bli följden av produktivitetsutvecklingen har ersatts med en ström av varor, en febril produktinnovation, enorma investeringar i försäljning och reklam, påskyndad varuförslitning, militärproduktion osv.

Den speciella kombination av arbete och konsumtion som den kapitalistiska produktionsordningen leder till blir i längden negativ för mänsklig välfärd, hävdar Cohen. Däri ligger dagens motsättning mellan produktkrafter och produktionsförhållanden.

Galbraith och teknostrukturen

Cohen är inte ensam om detta resonemang. Vi känner igen det från radikala kritiker av "överflödssamhället", från Gorz till Galbraith. Enligt Galbraith är det "teknostrukturen" och dess värderingar som lett till dagens snedvridna typ av ekonomisk tillväxt. Företagens "teknostruktur" — anställda ingenjörer, marknadsförare, ekonomer — skulle ha tagit över investeringsbesluten från traditionella vinstinriktade ägargrupper. Teknostrukturen skulle ha ett egenintresse i ökad varuproduktion och manipulation av varubehov. Dess gruppintresse och värderingar har alltså, enligt Galbraith, gett produktionen den slagsida den har idag.(4)

Cohen kritiserar denna uppfattning.(5) Det är inte självklart inom ramen för Galbraiths teori varför tex ingenjörer skulle stärka sin position genom att ordna produktionen så att det produceras ständigt mer varor, snarare än genom en teknik som ger mer fritid och bättre arbetsförhållanden för de anställda. Orsaken kan inte ligga i teknologins egen karaktär utan måste sökas i det utom-teknologiska kravet på ökad produktion och större vinst. Annars blir det svårt att förstå varför det tekniska arbetet inriktas på produktion av fler varor och inte på mindre slit. Galbraith utgår enligt Cohen från att de moderna storföretagens betoning av "output"-härstammar från att de kan slippa marknadskraven. Men i stället är det så — hävdar Cohen — att outputkravet snarare beror på att marknadskraven finns kvar och fortfarande dominerar verksamheten. Storföretagen har förvisso speciella möjligheter att möta dessa krav, men det innebär inte att de kan undslippa dem.

Gorz

Motsättningen mellan den kapitalistiska teknologiutvecklingens möjligheter och dess realitet kan tillspetsas ytterligare. Många författare har på sistone beskrivit de möjligheter till befrielse från slitsamt arbete som den nya mikroelektroniken erbjuder. Mänskliga nödvändighetsvaror skulle kunna tillverkas på mycket kortare tid än idag och människorna skulle kunna tillbringa sin tid med mer utvecklande och sociala uppgifter. Denna bild skall jämföras med verkligheten, där kombinationen av massarbetslöshet och "överflödsproduktion" verkar bli det mer sannolika resultatet av den nya teknologin.(6)

Michel Bosquet: (André Gorz) tar i en nyligen publicerad artikel i *le Nouvel Observateur* och *Zenit* upp trådarna från sina 60-talsböcker.(7) Den tekniska utvecklingen hävdar han har inte gett bättre och hållbarare produkter. Istället har den lett fram till ett hot om en "arbetslöshetens tidsålder". Ökade investeringar leder inte längre nödvändigtvis till fler arbetstillfällen. Datorerna tar över stora delar av det mänskliga arbetet. Alternativet för Gorz står mellan "en ny guldålder där vi arbetar mindre och mindre, samtidigt som vi förfogar över en växande mängd rikedomar" och ett samhälle, där många människor tvingas till arbetslöshet samtidigt som den ökade produktionen på intet sätt kan tillfredsställa sant mänskliga behov.

Gorz pläderar för en samhällsutveckling där människorna utnyttjar den nya tekniken för att minska det slitsamma arbetet. "Fritiden" skulle då användas till sådan egenproduktion, reparation av närmiljön och social verksamhet som idag sköts av experter av olika slag. Människornas all-

sidiga förmåga skulle på så sätt kunna utvecklas, med mikroelektronikens hjälp. Men denna utopi hindras av de existerande produktionsförhållandena och deras inriktning på maximalt bytesvärde och inte på mänskliga behov. En sådan omorientering berör nämligen, hävdar Gorz, "kapitalismens innersta drivfjädrar. Den leder till att man inte investerar för att sälja mer, utan för att konsumera. En sådan inriktning skulle minska den stora marknadsproduktionen i stället för att öka den. Den skulle ersätta kapital med mänskligt arbete och bytesvärde med bruksvärde. Den skulle undandra allt större områden från den kapitalistiska ackumulationens logik".(8)

Sammanfattning

Gemensamt för de författare jag tagit upp – samt för t ex Baran och Sweezy som bygger en kristeori på kapitalets svårigheter att realisera det "överskott" som ständigt produceras – är att arbetsvärdeläran inte spelar någon roll i deras diskussion. Cohen samt Baran och Sweezy tar delvis avstånd från den, och Gorz är inne på dess bristande relevans för dagens kapitalism.(9)

Därmed är motsättningen mellan arbete och kapital inte heller särskilt central i deras diskussion. Den tekniska arbetsprocessens karaktär kommer inte in i diskussionen om motsättningen mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden. Däremot är det tekniska arbetets *resultat* – i form av bruksvärden med varierande grad av hållbarhet och användbarhet för konsumenterna – intressant för dem att studera och ifrågasätta.(10)

Den motsägelsefulla kärnan i det kapitalistiska produktionssättet ligger enligt den här traditionen i att produktionen inriktas på maximal vinst och inte på tillfredsställandet av mänskliga behov. Å ena sidan leder detta till en stegring av arbetets produktivitet: fler varor kan tillverkas på samma eller kortare tid. Å andra sidan används denna produktivitetshöjning inte till att frigöra människorna från nedbrytande slit, utan till att pracka på dem ett överflöd av varor.

Motsättningen stegras och blir allt mer absurd i dagens genomrationaliserade "överflödssamhälle". Kapitalismens positiva uppgift var att höja människornas konsumtion en bra bit över existensminimum. Den planmässiga avvägningen mellan arbete och konsumtion som dagens teknik möjliggör och nödvändiggör förhindras emellertid av den kapitalistiska ackumulationens egen logik. Dess genomförande skulle därför innebära kapitalismens sammanbrott.

Profitkvoten i centrum

Nästa tradition tar inte sin utgångspunkt i produkt- utan i processinnovationerna. Fokus är inte på den ständigt ökande produktionen av bruksvärden under kapitalismen utan på de kriser som den tekniska rationaliseringen tenderar att medföra för själva kapitalackumuleringen.

Med inspiration från Marx' analys i *Kapitalet* III ges den s k "organiska sammansättningen" en central betydelse. Kapitalets organiska sammansättning är det värdemässiga uttrycket för produktionens tekniska sammansättning, eller enkelt uttryckt, för förhållandet mellan maskiner och människor i den samhälleliga produktionsprocessen.(11)

I det långa loppet, hävdar denna tradition, ger de enskilda kapitalens satsning på ny, arbetsbesparande teknik upphov till en sjunkande profitkvot i samhället och därmed till kriser och stagnation. Kriserna kan till en början under kapitalismens utveckling avhjälpas, men blir med tiden allt svårare och mer kroniska. Orsaken är att mervärdesproduktionen sker på en allt mindre, mervärdesskapande bas av levande arbete.(12)

Argumentet bygger på följande resonemang: (1) Den dominerande tendensen under kapitalismen har varit att ersätta mänsklig arbetskraft med maskiner. Produktionens tekniska sammansättning har därvid ökat. Färre människor än tidigare sätter en större mängd produktionsmedel i arbete. (2) Den högre tekniska sammansättningen slår igenom på kapitalets värdesida. Det konstanta kapitalet växer snabbare än det variabla och resultatet blir en höjd organisk sammansättning av kapitalet. (3) Det kan visas att den stigande organiska sammansättningen påverkar den samhälleliga genomsnittliga profitkvoten negativt. (4) Detta sammanhänger med att det bara är mänskligt arbete som är mervärdesskapande – och basen för denna mervärdesproduktion har ju minskat genom rationaliseringarna.(5) Även om exploateringen ökar samtidigt, dvs även om en större mängd mervärde produceras av den återstående arbetskraften med hjälp av de nya maskinerna, så kan detta ej i längden motverka den stigande organiska sammansättningens negativa inverkan på profitkvoten.(6) När profitkvoten faller minskar kapitalets investeringsvilja. Stagnation och kriser följer och investeringarna i nya produktivkrafter minskar.

På så vis kan man också här dra slutsatsen att produktivkraftsutvecklingen hämmas av det kapitalistiska produktionsättets rörelselagar. -

Resonemanget kring den organiska sammansättningen bygger på Marx, utvecklades under mellankrigstiden och har under den senaste tiden åter tagits upp som en alternativ kristeori till exempelvis Barans och Sweezys underkonsumtionsteori. Bl a inom den "kapitallogiskt" influerade marxismen kan man stöta på ovanstående resonemang.(13) Även Ernest Mandel har i sin bok om *Senkapitalismen* tagit fasta på föränd-

ringar i den organiska sammansättningen som en väsentlig orsak till kapitalismens kriser. Hos Mandel kompletteras och delvis motverkas den historiska tendensen till avtagande profitabilitet av periodiska höjningar av profitkvoten. Resultatet blir cykliska upp- och nedgångsperioder inom den kapitalistiska ekonomin, ungefär som Kondratievs eller Schumpeters långa vågor. Uppgångarna utlöses bl a av plötsliga höjningar av exploateringsgraden, genom exempelvis politiska nederlag för arbetarklassen, och sammanfaller med grundläggande tekniska omvandlingar, "revolutioner", i framför allt energitekniken. Profitkvoten höjs genom de investeringsmöjligheter som den nya teknologin medför och kapitalackumuleringen får en skjuts framåt tills den nya tekniken församhälleligats, varefter profitkvoten sjunker igen liksom kapitalets investeringsvilja.(14)

Kritik

Resonemangen kring den organiska sammansättningens utveckling som bakomliggande orsak till kapitalismens kriser har stött på en hel del kritik. De har ansetts vara dåligt empiriskt underbyggda. Den teoretiska argumentationen vilar dessutom, menar kritikerna, på tveksamma förutsättningar. Den viktigaste kritiken har skjutit in sig på följande områden:

- (1) Det kan ifrågasättas om den långsiktiga tendensen i teknikutvecklingen har varit arbetskraftsbesparande snarare än kapitalbesparande.(15)
- (2) Om så har varit fallet, är det ändå osäkert om en höjd teknisk sammansättning innebär en höjd organisk sammansättning. Under vissa, realistiska förutsättningar, kan det motsatta vara fallet.(16)
- (3) De ibland förekommande antagandena om en oförändrad eller i sammanhanget betydelselös höjning av exploateringsgraden håller inte.(17)
- (4) Det tillgängliga empiriska underlaget pekar inte entydigt på en långsiktig tendens till en höjd organisk sammansättning. Inte heller kan man se en tendens till sänkt profitkvot enligt de mönster som antytts av Mandel.(18)

Jag skall här inte gå närmare in på alla dessa resonemang. Däremot skall jag ta upp den första punkten, som ju har en viss relevans för den här bokens tema. Har den tekniska utvecklingen – och därmed även det tekniska arbetet – framför allt inriktats på att spara arbetskraft, eller på att spara fast kapital?

Det är å ena sidan uppenbart att i *fysisk* form har det fasta kapitalet ökat våldsamt under 1800- och 1900-talen. Mängden maskiner har

mångfaldigats genom mekanisering och automatisering. Antalet arbetare per maskin har minskat.

Å andra sidan är det inte lika uppenbart att *värdet* av det konstanta kapitalet per arbetare har stigit, eller har en tendens att stiga, eller har stigit mer i senare stadier av kapitalismen än tidigare. För att så skulle vara fallet måste nettotillskottet av arbetskraftsbesparande maskiner vara större än nettotillskottet av kapitalbesparande innovationer.

På Marx tid var detta ett plausibelt antagande. Han beskrev i *Kapitalet* just denna övergång då arbetskraft ersattes med maskiner i allt fler industrigrenar. För honom var det rimligt att anta att de flesta tekniska innovationer var arbetsbesparande.

Han antog även att de viktigaste produktivitetshöjningarna skedde i sista produktionsledet, dvs i konsumtionsvarusektorn. Han noterade förvisso att produktivitetshöjande innovationer infördes även i den kapitalvaruproducerande sektorn och i produktionen av intermediära produkter. Sådana innovationer är kapitalbesparande för hela ekonomin. Men Marx ansåg att detta var en mottendens till den grundläggande tendensen som var arbetskraftsbesparande.

Marx kan ha haft rätt för sin tid och därför ha visst fog att basera en kristeori på den ökande organiska sammansättningen av kapitalet. Frågan är om tankegången håller även idag.

Två argument har förts fram av teorins försvarare, arbetsmarknadsargumentet och klasskampargumentet. Båda dessa argument har kritiserats, bl a av E Olin Wright, vars diskussion jag baserar mig på i det följande.(19)

Arbetsmarknadsargumentet

Enligt detta argument skulle kapitalet i dag av demografiska skäl stå inför ett hot om brist på arbetskraft. Denna tes kan modifieras till att det rör sig om en brist på utbildad arbetskraft eller på billig arbetskraft. Det enskilda kapitalet har därför en tendens till att införa innovationer som gör det oberoende av ett jämnt tillflöde av arbetskraft.

Detta argument känner vi igen från den svenska arbetsgivarsidans skrifter och utläggningar. Frågan är dock om det har en så genomgripande effekter på investeringsmönstret som ideologin låter antyda.

En annan fråga, som man med Olin Wright kan ställa sig, är om detta är det normala för kapitalismen på längre sikt och i världsmåttstock. Det är möjligt att de arbetskraftsbesparande innovationerna dominerade under 1960-talets sk "fulla sysselsättning". Den traditionella inhemska reservarmén försvann då i många av Europas länder. Härifrån kan man

dock ej dra slutsatsen att detta är det normala tillståndet för kapitalismen. Kapitalets svar blev ej heller en ensidig satsning på arbetsbesparande maskiner. I stället utnyttjades "nya" reservarméer: kvinnor samt invandrare från kapitalismens periferi.

Klasskampargumentet

Enligt detta argument skulle det finnas en generell tendens för kapitalet att vilja göra sig oberoende av — potentiellt eller verkligt — "obekväm" arbetskraft. Maskiner organiserar sig inte i fackföreningar, kräver inte högre lön, strejkar inte osv.

Exempel på hur kapitalet infört arbetsbesparande maskiner, med den explicita målsättningen att bryta de organiserade arbetarnas motstånd saknas inte. Nästan undantagslöst hänför de sig dock till enstaka företag eller branscher i 1800-talets och sekelskiftets USA. Något bevis på en generell tendens utgör de således inte.(20)

För det individuella kapitalet är den helautomatiserade fabriken en dröm, som kan bli verklighet. För totalkapitalet, menar Olin Wright, är den en ren utopi, om inte annat så för att också de automatiserade fabrikena måste tillverkas av någon. Framtagandet av nya produkter och ny teknik kräver stora insatser av arbetskraft, både intellektuell arbetskraft i forsknings- och utvecklingsarbete och manuell i tillverkningen av de nya produkterna innan dessa standardiserats och nått en massmarknad.

De båda argumenten för en långsiktig dominans av arbetsbesparande innovationer kan således ifrågasättas. Man kan därför vända på resonemanget och se, om det finns viktiga krafter inneboende i kapitalismens sätt att fungera, som skulle verka åt *andra* hållet. Marx talade i *Kapitalet* III om tendenser och mottendenser i profitkvotens utveckling. Det är mycket möjligt, att det han då såg som (starka) mottendenser idag snarare är de dominerande tendenserna.

Man kan i litteraturen finna fyra argument för att *kapital*besparande innovationer numera torde vara de dominerande.(21)

Kapitalbesparande innovationer

(1) När en industri är helt mekaniserad tenderar innovationerna att bli i form av maskiner som ersätter andra maskiner. Detta kan ske i form av mer genomgripande förändringar eller som vardagsrationaliseringar (se kap 3). Även om maskinerna också ersätter arbetare finns det ingen

anledning tro att de inte skulle vara billigare (i värdetermer) än vad tidigare maskiner är. Det skulle bero på att konkurrensen i den kapitalvaruproducerande sektorn lett till en stark rationalisering även där. Det finns ingen riktig anledning att *a priori* hävda att produktivitetsökningen i existensmedelssektorn skulle överstiga produktivitetsökningen i kapitalvarusektorn. Idag torde t ex datoriseringen av produktionsprocesserna i sektorerna I och II innebära en mycket stor kapitalbesparing jämfört med tidigare.

(2) För det andra är det rimligt att anta, att stiger det konstanta kapitalets andel av totalkostnaderna, så kommer det enskilda kapitalet vara mer inställt på att spara just konstant kapital; besparingarna i arbetskraft ger ju då bara relativt marginella resultat. Denna tendens kan tänkas ha förstärkts idag i och med de höjda råvaru- (framför allt olje-) priserna och på grund av nyare lagstiftning om miljöåtgärder, energibesparing m m.

(3) Även om den organiska sammansättningen faktiskt skulle stiga i de högmekaniserade industrierna, så är det ändå möjligt att den totala aggregerade organiska sammansättningen är konstant eller fallande. Tillväxten i icke-mekaniserade eller icke-automatiserade sektorer av ekonomin skulle kunna vara större än i den mekaniserade. Arbetsintensiva industrier växer rimligtvis upp samtidigt med att andra branscher blir mer kapitalintensiva.

(4) Slutligen, kan det tilläggas att många vanliga *organisatoriska* förändringar – typ ökad arbetsdelning – inte innebär några ökade investeringar i konstant kapital. Däremot höjer de arbetsintensiteten och mervärdeskvoten och påverkar på så sätt profitkvoten i positiv riktning.

Sammanfattning

Tanken om en fallande profitkvot bygger på Marx' arbetsvärdeslära och det resonemang kring kapitalackumulationens motsättningar som han för i *Kapitalets* tredje band. Förr eller senare måste den kapitalistiska produktionen – och därmed den tekniska utvecklingen – gå i stå, just på grund av kapitalets tendens att satsa på arbetsbesparande teknik, som minskar basen för mervärdesproduktionen. Resultatet blir kriser, som visserligen kan överkommas temporärt, men perioden mellan kriserna tenderar att bli kortare och kriserna allt djupare under historiens gång.

Denna teoritradition har generellt kritiserats för en sorts endimensionell "teknologisk determinism" i bestämningen av kapitalismens kriser. Den tar varken hänsyn till realisationsproblem eller till klasskampens inverkan på profitkvoten. Därför ger den inte en fullgod förklaring till efterkrigstidens konjunkturer och dagens ekonomiska kris. Vissa av

dess långsiktiga antaganden har kritiserats ovan.

I och med att traditionen koncentrerar intresset på enbart arbetsbesparande processinnovationer ger den en begränsad bild av den tekniska utvecklingen under kapitalismen. Som fullständig förklaring till det tekniska arbetets samhälleliga effekter duger den således inte.

Det "allmänna, samhälleliga vetandet" i centrum

Inom den östeuropeiska marxistiska traditionen har det funnits en viss benägenhet att behandla de tankar Marx lade fram i *Förordet till Kritiken av den politiska ekonomin* från 1859 som om de vore vetenskapligt utarbetade begrepp och dess svepande hypoteser var vetenskapligt belagda sanningar om historiens utvecklingsgång.

I linje härmed har världshistorien periodiserats efter de "produktivkrafter" som dominerat produktionen vid olika tidpunkter. Det mest (ö)kända exemplet på denna typ av analys torde vara Stalins skrift från 1938 *Om den dialektiska och historiska materialismen*.

Men också senare, mer subtila, analyser har tenderat att se produktivkrafterna som "ting" (redskap, maskiner osv) vilkas ursprung och utveckling problematiserats lika litet som hos Marx i *Förordet*.⁽²²⁾ Teknikutvecklingen har bara så att säga funnits där. Den har varit progressiv till sin karaktär och har påtvingat produktionsförhållandena en förändring.

Ett nyckelbegrepp i dagens östmarxistiska teorier om produktivkrafterna och deras utveckling är (framför allt i DDR och Sovjetunionen) den "vetenskapligt-tekniska revolutionen". Det lanserades ursprungligen av den engelske marxistiske naturvetaren J D Bernal strax före andra världskriget. Den teoretiska inspirationen har dock hämtats längre bak i tiden. I några oklara, men fantasieggande avsnitt i *Grundrisse* antydde Marx, att storindustrin skapat en ny bas för kapitalackumulationen. Det var inte längre, menade han, det mänskliga arbetet och den använda arbetstiden som var den viktigaste källan till samhällelig rikedom, utan "makten hos de krafter som sätts i rörelse under arbetstiden". Dessa krafter var i sin tur framförallt avhängiga av "vetenskapens allmänna utvecklingsstadium och teknologins framsteg, eller med andra ord av tillämpningen av denna vetenskap på produktionen".⁽²³⁾

Maskinerna och maskinsystemets utveckling visar, påpekade Marx, i vilken hög grad "det allmänna, samhälleliga vetandet, *kunskapen*, har blivit *omedelbar produktivkraft* och den samhälleliga livsprocessen därmed själv kommit under den allmänna intelligensens kontroll och om-

formats i överensstämmelse därmed".(24)

De östmarxistiska diskussionerna har tagit fasta på Marx' utpekande av *vetenskapen* som omedelbar produktivkraft som skulle ha större betydelse för samhällets rikedom än den använda arbetstiden. Den intressantaste och internationellt mest kända av de många studierna av den "vetenskapligt-tekniska revolutionen" (VTR), torde vara *Civilisation vid vägshål*.(25) Den skrevs 1968 av en grupp vid den tjeckoslovakiska vetenskapsakademien under ledning av Radovan Richta. Dess idéer var en del av "pragvårens" uppgörelse med den ortodoxa marxismen. Idag torde teserna om VTR dock snarare utgöra en del av den etablerade ortodoxin i de östeuropeiska kommunistpartierna.

Civilisationen vid vägshål?

Det mesta av Richtas allmänna resonemang torde gälla även för dagens studier, även om de mer radikala slutsatser han drog 1968 idag har tonats ned. Kunskapen, vetenskapen, står i centrum. Den är den axel kring vilken samhällsutvecklingen och ekonomin idag vrider sig. Richta specificerar dess innehåll: Vetenskapligt-tekniska nydaningar inom cybernetik, atomteknik, industriell kemi och kanske även bioteknik, antas ha eller få genomgripande effekter på hela samhället. Vi går idag, menar Richta, från en civilisation som präglats av den industriella revolutionen till en som formas av vetenskapen som en omedelbar och dessutom avgörande produktivkraft.

Mer specifikt laborerar Richta med följande vad man kan kalla "idealtypiska" bestämningar av utvecklingen.(26)

(1) Medan den industriella revolutionen innebar en omvälvning av arbetsmedlen (från verktyg till maskiner) innebär VTR en omvälvning av både arbetsmedlen (genom mät-, styr-, regler- och informationsteknik), arbetsföremålen (kemiteknik) och energikällan (atomkraften).

(2) Denna omvandling är helt styrd och beroende av vetenskapliga framsteg. Vetenskapen har blivit integrerad i den omedelbara produktionen och ersätter det mänskliga arbetet som samhällets centrala produktivkraft.

(3) Produktionsprocessen blir härigenom helt omvandlad. Från att ha varit styrd av vad Richta kallar den "mekaniska" principen regleras den nu av en "automatisk" princip. Den typiska fabriken bestod tidigare av masstillverkade maskiner i serie, förbundna med mekaniska transportband. Nu är det den "komplexautomatiserade" fabriken som blir den centrala produktionsenheten. Industrisamhällets uppsplittrade detalj-

arbete ersätts med en syntes av olika delar av produktionen, styrd av en central "maskinhjärna".

(4) Det mänskliga arbetet i produktionen förändras radikalt genom VTR. Det övergår från att vara ett alienerat, uppsplittrat maskinslaveri till att bli ett kvalificerat och komplext ingenjörsarbete. De mänskliga ingreppen sker så att säga i "marginalen" av produktionen, i form av planering, koordination, kontroll och utvecklingsarbete. Uppdelningen mellan manuellt och intellektuellt arbete, så karaktäristisk för den industriella revolutionen, försvinner härmed ur historien.

(5) Helt naturligt får dessa omvandlingar effekter på utbildningssystemet, på människors syn på arbetet, på fritidens innehåll osv. Möjligheten till en ny högre civilisation, där arbetet inte längre är ett slitjobb och människornas skapande förmåga måste tas till vara, öppnar sig genom VTR, menar Richta.

Produktivkrafternas utveckling utlovar således något av ett kommande lyckorike. Tyvärr står dock produktionsförhållandena i de flesta industriländer hindrande i vägen. I kapitalistiska samhällen — där i och för sig de nya produktivkrafterna har tagits fram — får VTR en *snedvriden inriktning*: kärnkraftens, datorernas, industrikemins etc skadliga effekter på miljö och arbetstillfällen är ett resultat av att tekniken används för att skapa maximal vinst för enskilda kapitalägare och inte för att tillfredsställa majoritetens behov. Tillika *bromsas* och *blockeras* VTR i sin utveckling under kapitalismen. De stora monopolföretagen behöver inte ny teknik som konkurrensmedel utan är snarare benägna att undertrycka den; vetenskapens fria utveckling och fulla utnyttjande hindras på så vis.

Först under socialismen, där de privata vinstintressena inte finns och där produktionen kan planeras rationellt, kan därför VTRs alla möjligheter utnyttjas.

Vi kan redan nu notera, att Richtas synpunkter på den tekniska utvecklingen under kapitalismen delvis sammanfaller med den första traditionen vi diskuterade i det här kapitlet. Den viktigaste skillnaden mellan dem torde vara Richtas originella syn på den kvalitativt nya arbetsprocess som antas känneteckna modern industri efter den vetenskapligt-tekniska revolutionen.

Den nya arbetarklassen

Man kan jämföra Richtas och hans medhjälparens tankegångar med de strömningar som ett tag i slutet av 1960-talet var viktiga inom fransk och italiensk nyvänster. Jag tänker här på tesen om "den nya arbetarklassen". Dess mest kände förespråkare var fransmannen Serge Mal-

let.(27) Den nya arbetarklassen består, enligt honom, av två grupper som skapats inom den nya, vetenskapsbaserade industrin – tekniker och vetenskapsmän som utvecklar den nya tekniken samt övervakare och operatörer i processindustrin som handhar den. Dessa båda grupper som annars förefaller olika har en gemensam kunskap och överblick över hela arbetsprocessen och häri skiljer de sig från den ”gamla” arbetarklassen. De bildar tillsammans en revolutionär – eller i varje fall antikapitalistisk och systemöverskridande – klass, i och med att de vänder sig mot företagsledningar och finansintressen som sätter profitens och inte teknikens utveckling i centrum. Teknikerna och ingenjörerna antas stå för en teknisk, och därmed progressiv rationalitet gentemot kapitalintressenas spekulationer och tekniska ointresse – en tankegång som inte är ny bland samhällsvetare som studerat ingenjörer (se nedan kapitel 12). Mallet menade sig finna tecken på denna radikala hållning i teknikernas och ingenjörernas strejker och krav på ”autogestion” i Frankrike och Italien under 1960-talet.

Kritik

Det finns stora problem i både Richtas och Mallets analyser. Man kan invända mot den vaga tidsbestämningen av den nya civilisationen; är den på väg, har den redan kommit eller finns den bara som ett löfte, en utopi? Denna vaghet delar för övrigt VTR-teoretikerna med dem som talar om ”det post-industriella samhället” (se kap 1).

Det största problemet med teorin om VTR är dess absolutifiering av vetenskapen och tekniken. Vetenskapen och tekniken är de drivande krafterna i samhällsutvecklingen. De nya teknikområdena förefaller helt oproblematiska, ja rent av löftesrika. 1970-talets debatt om kärnkraft, datateknik, genmanipulation m m har visat att det kan finnas problem med tekniken *i sig* oberoende av vem som använder den. Det finns ingen anledning att tro att VTR *i sig* skulle vara mer progressiv än den industriella revolution, som Richta och hans medhjälpare fördömer.

Orsaken till denna ganska naiva syn på vetenskap och teknik ligger säkert delvis i 1960-talets teknikoptimistiska tidsanda. Till stor del sammanhänger den även med Richtas och hans medhjälparens ointresse för de konkreta ekonomiska och militära sammanhang vari denna nya teknik utvecklats och utformats.(28) Liksom Marx och Engels i deras tidiga skrifter bryr de sig inte om vad som driver på produktivkraftsutvecklingen, varför bara vissa teknikområden utvecklats, och för vilka syften.

Man får alltså inte veta varför den industriella revolutionen nu övergått till VTR. Richta arbetar med ”idealtyper” utan att klargöra hur det som dessa antas representera, uppkommer och övergår i varandra i kon-

kreta samhällen. Som i Marx berömda citat om ångkvarnen som "gav" ett samhälle med industrikapitalister (se ovan sidan 28) tycks atomkraftverk och automation helt simpeit "ge" en ny socialistisk civilisation åt mänskligheten.

Intressant nog laborerar även Mallet med "idealtyper" som är snarlika Richtas. Den hantverksbaserade manufakturen "gav" den yrkesskicklige arbetaren och fackföreningar baserade på en hantverkarskunnig elit. Den mekaniserade storindustrin (Richtas industriella revolution) "gav" en fackförening baserad på en massa av utbildade löpandebandsarbetare. Automationen slutligen "ger" "den nya arbetarklassen". Liksom hos Richta förutsätts hos Mallet en den nya teknikens rationalitet som tekniker och ingenjörer antas vilja främja och utveckla, tvärs emot kapitalets administrativa och finansiella kalkyler. Liksom hos Richta är det svårt att veta om det Mallet talar om är något som redan finns i sinnevärlden eller om det är på väg. Senare empiriska studier har visat hur dåligt underbyggda Mallets tankegångar egentligen var. Den radikalitet han trodde sig finna hos den "nya arbetarklassen" var begränsad till ett par arbetsplatser i ett par länder vid ett par tillfällen under 1960-talet. De politiska attityderna hos den typ av processkötare han diskuterar varierar starkt mellan länder och mellan företag.(29) Slutligen visar det sig också, att detta arbetes självständighet och överblickbarhet är något relativt. Produktionsorganisationen omvandlas under trycket av kapitalistisk konkurrens och strävan efter maximal vinst. Rationalisering, arbetsdelning och intensifiering drabbar denna typ av arbetare på samma sätt som mekaniseringsfasens manuella tempoarbetare.(30)

Sammanfattning

Richtas, Mallets och deras kollegers tankegångar är kanske de som kommit närmast det "forskningsprogram" som Marx och Engels skisserade på 1840–50-talen. Men det sker till priset av en teknologisk determinism och ett negligerande av de kapitalistiska produktionsförhållandenas påverkan och formning av produktivkrafterna.

För denna tradition är — i varje fall dagens — teknik något oproblemiskt och i sig progressivt. Vid den mognadsgrad produktivkrafterna nått efter andra världskriget tycks de av okänd anledning ha hamnat i motsatsställning till de kapitalistiska monopolens krav på vinst och behärskan- de av marknaderna. Detta trots att det i huvudsak är dessa monopol som tagit fram och utvecklat den nya tekniken.

Produktivkrafterna snedvrids och bromsas i sin utveckling av det privata ägandet av produktionsmedlen. De enskilda företagen och kapital-

ägarna ser till den egna vinsten och överlevnaden, inte till samhällets bästa. Därför, menar Richta och hans kolleger, är det bara ett samhälleligt ägande av produktionsmedlen, som kan frigöra de fjättrade produktivkrafterna. Motsättningen skulle då upplösas och en ny "korrespondens" — en ny civilisation — skulle etableras på ett högre, mänskligt plan.

Arbetsprocessen i centrum

Denna sista tradition tar sin utgångspunkt bl a i *Kapitalets* första band och koncentrerar sig på hur arbetsprocessen omvandlats i enlighet med kapitalackumulationens krav. Arbetets mer handfasta betingelser: typ av teknik, arbetsdelning, hierarki och kvalifikation står i förgrunden. Åtskilliga författare diskuterar i likhet med Mallet övergången från hantverk till arbetsdelning och mekanisering och sedan till automatisering. Men till skillnad från Mallet (och Richta) ser de i denna utveckling en tendens till en allt mer långtgående kontroll och styrning över arbetet från kapitalets sida. Hos somliga författare förefaller denna kontroll vara ett medvetet motiv bakom de förändringar som kapitalet inför, i andra fall ser man utvecklingen som en omedveten men oundviklig tendens.(31)

Vetenskapens roll i produktionen betonas även här, men i motsats till Richta och i linje med Marx' diskussion i *Kapitalet* understryks att vetenskap och kunskap är något som tagits ifrån den omedelbare producenten och används för kapitalets syfte att pressa mer mervärde ur arbetaren.

För det första stympas därför arbetaren. Han blir en del av ett stort arbetsdelat "maskineri" av människor och maskiner: Arbetarna och "själva deras arbetsförmåga /modifieras/ genom dessa former på ett sådant sätt att den blir vanmäktig i sin självständighet, dvs utanför sitt kapitalistiska sammanhang", skrev Marx i *Teorier om mervärdet*.(32)

Vetenskap och teknologi är därför inte, som hos Mallet och Richta, något som är i arbetarklassens händer. Denna klass har med vetenskapens hjälp snarare stympats och frånhänts möjligheten till en allsidig kunskap och överblick över arbetsprocessen.

För det andra, innebär skilsmässan mellan det manuella och det intellektuella arbetet att teknologin förvandlats till ett maktmedel gentemot arbetaren. Det samhälleliga arbetet har gett upphov till maskinerna och till vetenskapen. Men dessa vänds i den kapitalistiska produktionen mot arbetet och blir till en främmande makt, som, med Marx' ord, "samtidigt ersätter det, undertrycker det och gör det överflödigt i dess självständiga former."(33)

Denna tradition ser den moderna teknologin framför allt som ett

maktförhållande. Den betonar "korrespondensen" snarare än motsättningen mellan kapitalförhållandet och den arbetsprocess som detta utvecklar. Så anger Balibar i *Att läsa Kapitalet* att först i och med maskineriets uppkomst var det kapitalistiska produktionssättet till fullo etablerat.(34) I Mendners analys av *Teknologisk utveckling i den kapitalistiska arbetsprocessen* är det istället taylorismen som är "den kapitalistiska produktionsprocessens adekvata formbestämning". Taylorismens systematiska åtskiljande av huvud- och handarbete liksom det med "vetenskapliga" metoder frambringade sönderstyckandet av det manuelle arbetet tjänar, enligt Mendner, perfekt kapitalets dubbla syfte: att å ena sidan öka mervärdesuttaget och främja kapitalets makt och herravälde, samt å den andra förhindra arbetarnas möjlighet till överblick och kontroll över det egna arbetet.(35)

Också Bravermans analys i *Arbete och Monopolkapital* tenderar att se dagens arbetsprocess som ett ganska direkt uttryck för kapitalets vilja och intresse till ökad kontroll.

Vad hände med motsättningen?

Produktionsförhållandena ges således ett starkt företräde i denna typ av analys. Någon självständig produktivkraftsutveckling finns det inte rum för, och eftersom kapitalet skapar de för de egna syftena lämpliga produktivkrafterna verkar Marx' motsättningsdiskussion vara helt borta ur bilden.

Indirekt ger dock produktivkrafternas utveckling upphov till olika slag av motsättningar. Somliga författare, som Mendner, Friedman och Elger understryker att kapitalets försök att skapa produktivkrafter efter sina behov leder till skärpta motsättningar och även till öppen kamp.(36) Taylorism, löpande band osv blir i denna tolkning inte några slutstationer i kapitalistisk teknikutveckling. Arbetsprocessen utformas i kampfältet mellan arbete och kapital. Andra former av mjukare, mer indirekt styrning, med ett visst upphävande av den tidigare arbetsdelningen, kan mycket väl i vissa konjunkturen ligga i kapitalets intresse. Kapitalet har då tvingats till reträtter och strategiändringar på grund av de motsättningar som de tidigare extrema formerna av direkt kontroll förde med sig; "vilda" strejker, sämre produkter, större frånvaro, bristande flexibilitet i tillverkningen. Kvar står det grundläggande kontrollmotivet, vars uttrycksformer modifieras under klasskampens tryck.

Vissa författare i denna tradition har tagit fasta på Marx' förutsägelse om att den moderna storindustrin skulle skapa en homogen massa av klassmedvetna arbetare. De gamla motsättningarna mellan olika hantverk

och mellan mer eller mindre kvalificerade arbetare skulle försvinna genom kapitalismens tendenser till avkvalificering och kontroll. Isoleringen skulle minska genom ansamlingen till större arbetsplatser. De allra flesta lönarbetare skulle tvingas leva helt på kapitalets villkor, och de flesta arbetare skulle därför också börja inse att villkoren måste förändras. Klassmotsättningarna skulle öka. Ett nytt samhälle skulle bli möjligt.(37)

Dessa förhoppningar kan, om än i mycket svag form, återfinnas hos Braverman. Braverman ger visserligen en bild av ett slags allkunnigt och allsmäktigt kapital som kan genomföra sina destruktiva tekniska förändringar utan något nämnvärt motstånd från ett passivt och splittrat proletariat. Kapitalet har framför allt lyckats ställa manuellt och intellektuellt arbete mot vartannat och därigenom länge kunnat förhindra en gemensam och total syn på arbetsprocessen.(38) Men Braverman tycks ändå nära ett svagt hopp på grund av den oundvikliga både pågående och kommande avkvalificeringen av alltfler lönearbetare, också i tjänstemannapositioner. Ett revolutionärt klassmedvetande skulle kanske ändå växa fram till slut ur – som han skrev som svar till sina kritiker – ”en enorm intensifiering av det tryck som ännu bara har börjat påverka arbetarklassen.”(39)

Kritik

En viss kritik har redan nämnts. Det gäller synen på kapitalet som det enda handlande subjektet under kapitalismen och arbetarklassen som passivt objekt. Kritik kan också riktas mot somliga författareshänseende om den enda, för kapitalförhållandet adekvata arbetsprocessen. Det postuleras en isomorfi mellan kapitalets ”behov” – i regel framför allt av kontroll – och exempelvis taylorismens eller fordismens principer. Efter deras genomförande tar så att säga historien slut. Allt som återstår är en fortskridande dequalificering av arbetarklassen.

Det finns en tendens till ett slags ”produktionsförhållande”determinism i denna tradition, alltså raka motsatsen till den nyss diskuterade östeuropeiska. Där var tekniken den oberoende, dynamiska variabeln. Här riskerar tekniken att bli totalt beroende av produktionsförhållandena, utan någon självständig eller ”produktionsförhållandeneutral” utveckling alls. Arbetsprocessen – maskinerna och arbetsorganisationen – tenderar på så vis att helt ”sociologiseras”.

Sammanfattning

Jag har i detta kapitel renodlat fyra marxistiska traditioner som utifrån Marx' skrifter diskuterat förhållandet mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden under kapitalismen.(40) Idékompositioner förekommer naturligtvis: så uttrycker t ex Mendner både tradition 2 och 4, Gorz både 1 och 4. Själv har jag mest inspirerats av den första och den sista traditionen.

Av de fyra resonemangen har två en likartad struktur. Den första och den tredje traditionen förefaller vara de som mest bygger på Marx' (och Engels') ursprungliga tankegångar. Produktionsförhållandena (uppfattade som produktion för maximalt bytesvärde i den första traditionen, som privat tillägnelse av och beslut över produktionen i den tredje) skapar en mäktig produktionsapparat, vars inneboende möjligheter (till frihet från slitsamt arbete i det första fallet, till berikande arbete i det tredje) hämmas och snedvrids av de existerande produktionsförhållandena. Produktivkrafterna kan således ge upphov till alternativa utvecklingsvägar, varav det destruktiva, eller meningslösa "väljs" av kapitalismen.

Den andra traditionen – om profitkvotens fall – bygger på ett mer cykliskt resonemang. Den fjärde – om arbetsprocessens utveckling – på tankar om en tilltagande misär.

I den andra traditionen är motsättningen abstrakt ekonomisk. Den märks socialt först i de periodiskt återkommande kriserna och löses (temporärt) i de (hittills) återkommande återhämtningarna. Det finns dock en tendens till en långsiktig skärpning av motsättningen, och då mellan produktionens alltmer allmänna och sociala karaktär och dess minskande produktiva bas.

Den sista traditionen ser än så länge bara korrespondens mellan produktionsförhållandena (=kapitalförhållandet) och de produktivkrafter (= den arbetsprocess) de frambringar. Motsättningen finns inom produktionsförhållandenas sfär. Här finns en tendens till ökad motsättning mellan arbete och kapital, som *indirekt* skulle skapats av den alltmer destruktiva och inhumana kapitalistiska arbetsprocessen.

Av de fyra traditionerna är det bara den första och den tredje som har en vision av ett annorlunda samhälle byggt på de idag fjättrade produktivkrafterna.(41) Ett socialistiskt samhälle skulle kunna utnyttja dem för humana syften. Produktivkrafterna ses då som i sig löftesbringande (som i traditionen om VTR) eller som i varje fall möjliga att använda för positiva syften (Cohen, Gorz m fl). Men dessa förhoppningar förkastas av den sista traditionen. Den kan inte se något positivt i den arbetsprocess som kapitalet frambringat – snarare måste den, liksom de produktionsförhållanden den uttrycker, krossas och omvandlas för

att en ny civilisation skall vara möjlig.

Givet dessa skillnader är det inte märkligt att också synen på det *tekniska arbetets* karaktär skiljer sig åt. I den första traditionen påtalas slöseriet med och snedvridningen av teknikernas kapacitet. Deras arbete inriktas på militär produktion eller på meningslösa pseudoinnovationer snarare än på att underlätta människornas dagliga möda. Teknikerna är som andra lönarbetare fångna i ett ekonomiskt system där produktion sker för profit och ej för behov. (I ett annat system skulle deras kunskaper bättre kunna tas till vara.)

I den andra traditionen – om den fallande profitkvoten – diskuteras knappast det tekniska arbetet i sig. Dess viktigaste långsiktiga uppgift tycks vara att rationalisera bort arbetskraften.

I de två sista traditionerna står det tekniska arbetet i centrum – om än med markant olika förtecken. Hos Mallet och Richta står dagens ingenjörsarbete för något positivt. Den moderna tekniken har gett upphov till en ny sorts arbetare som i sig förenar manuella och intellektuella färdigheter. Alienationen i arbetslivet kan nu försvinna. Arbetaren kontrollerar och styr tekniken i stället för att låta sig behärskas av densamma. Under kapitalismen fjättras dock denna det tekniska arbetets rationalitet av vinstkalkyler och snäva privatintressen.

I den sista traditionen understryks motsättningen mellan det intellektuella, tekniska arbetet och det manuella. Det tekniska arbetet har växt fram som ett instrument för en gradvis dekvalificering av den manuella arbetarklassen. Tekniker och ingenjörer representerar här den kunskap som tagits i kapitalets tjänst och utnyttjats för dess syften. Deras arbete inriktas på att isolera, styra och disciplinera arbetskraften för att på så vis uppnå ett maximalt mervärdesuttag. Något positivt löfte innebär det inte för ett framtida, annorlunda samhälle.

5. Teknikens källor

I de föregående kapitlen har jag diskuterat de ekonomiska drivkrafterna bakom teknisk förändring samt de motsägelsefulla effekter som frukterna av det tekniska arbetet har på ekonomi och samhällsstruktur. I det här och nästa kapitel skall jag börja diskutera det tekniska arbetet i sig. Jag skall ta upp de vanligaste arbetsmetoderna i detta arbete; hur ingenjörer och tekniker (eller motsvarande grupper) faktiskt går till väga för att lösa tekniska problem.

Bland annat kommer jag att hävda att det finns speciella "ingenjörsmetoder" för att komma fram till ny kunskap, som — trots yttre likheter — skiljer sig från de naturvetenskapliga metoderna. Jag ger alltså "ingenjörsvetenskapen" en starkare och mer självständig ställning än vad som är vanligt i litteraturen. Mina tankegångar är dock i linje med senare forskning inom teknologifilosofi och vetenskapshistoria.(1)

Kapitlet blir därmed även ett inlägg i diskussionen om förhållandet mellan vetenskap och teknologi. Jag har funnit mycket av vad som skrivits om naturvetenskapens betydelse för teknikutvecklingen förvirrande och motsägelsefullt. Delvis kan detta bero på att olika författare definierar sina nyckelbegrepp annorlunda; med naturvetenskap avses ibland den experimentella metoden, ibland vetenskapens ideologi, ibland dess resultat eller dess aktörer. Samma oklarhet finns i diskussionen om teknologi och teknik.(2)

I detta kapitel skall jag ge en renodlad bild av tre arbetsmetoder som använts och används för att lösa tekniska problem och utveckla ny teknik. Hur tyngdpunkten dem emellan har förskjutits under historiens gång kommer jag att ta upp i nästa kapitel. De tre arbetssätt jag skall behandla karaktäriseras av endera:

- (1) Metoder som bygger på intuition och praktisk erfarenhet
- (2) Systematiskt experimentarbete och användning av skalmodeller
- (3) Formulering och användning av generella modeller och lagar.

Empiriskt trevande och isolerad inspiration

Under största delen av mänsklighetens historia har nya bruksvärden och nya produktionsmetoder skapats på grundval av "uppfinnarens" egen praktiska verksamhet. Kunskapen om material, produktionsmetoder, och bruksföremåls utformning har baserats på ögats och handens färdigheter och på praktisk erfarenhet som överförts från generation till generation genom lärlingsskap och "learning by doing".

"Isolerad inspiration och empiriskt trevande" kännetecknade enligt Mumford den traditionella uppkomsten av en ny teknologi.(3) Den samhälleliga kunskapsmängden var "brokig och skenbart osammanhängande" (Marx). Den varierade efter lokala möjligheter och individens förmåga. Dess principer var i regel ej explicitgjorda eller kodifierade och därför ej möjliga att lära ut i en rent intellektuell läroprocess.

Den tidiga industrialiseringen i Västeuropa skedde på basis av sådan individuell hantverksmässig erfarenhet och skicklighet. Den engelske innovationsforskaren Christopher Freeman beskriver situationen i slutet av 1700-talet i England: "Tekniska framsteg skedde snabbt, men tekniken var sådan att erfarenhet och mekanisk snillrikhet kunde leda till en mängd förbättringar på grundval av direkta iakttagelser och småskaliga experiment".(4) Också i den svenska verkstadsindustrin dominerade långt in på 1800-talet både det hantverksbaserade kunnandet och det hantverksmässiga utförandet. Maskinell teknik var sällsynt, speciellt i produktionens slutfaser. Fabrikernas ledning var, i en del fall ända in på 1900-talet, "en uppgift för självlärda verkmästare, som genom praktiskt arbete inhämtat yrkestraditionen och kanske genom egna rön fört den vidare", skriver Torsten Gårdlund i *Industrialismens samhälle*. Även verkstädernas ingenjörer hade vid "industrialismens genombrott" kring 1870 "större förutsättningar att bygga en användbar maskin med egna händer än att beräkna dess mekaniska funktioner".(5)

Trots expansionen av vetenskapligt kunnande finns ännu idag isolat av hantverksskicklighet inom papperstillverkning, textil, läder, grafik och keramik, hävdar den amerikanske innovationsforskaren Donald Schon: "Hela företag är här beroende av den verkliga eller inbillade skickligheten hos några få personer." Detta gäller även för tekniskt avancerad processindustri: "Inom plastindustrin finns det till exempel män som vet hur man blandar katalysatorer och hartser och hur man avväger blandningen i tid för att få de bästa resultaten utan att de helt kan förklara vad de gör".(6)

Den nära personliga kopplingen mellan individen och kunskapen kom till starkt uttryck i medeltidens skräväsande. Kunskapen var privat egendom, bunden till individer inom ett kollektiv. De som fick del av yrkets

hemlighet vårdade detta monopol. "Det är karaktäristiskt", skrev Marx i *Kapitalet*, "att man långt in i det 18:e århundradet uppfattade olika yrken som mysterier (mystères), i vilka endast den erfarenhets- och yrkesmässigt invigde kunde tränga in". Gesäller måste "vid sitt upptagande bland mästarna ... avlägga en ed 'att älska sina bröder med broderlig kärlek, stödja dem i deras yrken och inte frivilligt förråda yrkeshemligheter'".(7)

Det personliga kunskapsmonopolet blir under kapitalismen ett konkurrensmedel för den individuella arbetaren i hans försäljning av sin vara arbetskraft på marknaden. Hemligheten är i vissa fall väsentlig. "De personer som i början av seklet /1900-talet/ var ansvariga för tråddragningen bar med sig sina egna smörjmedel hem i en hink för att inte smörjans hemlighet skulle bli uppdagad. Maskinisterna gömde undan sina privata skärredskap", berättar Schon.(8) Också i den fullt utvecklade kapitalismen, där produktionsmedlen inte tillhör den omedelbare producenten, kan man, hävdar han, finna den traditionella "personliga" relationen mellan arbetaren och "hans" maskin: "Nya teknologiska metoder tenderar i själva verket att frambesvärja en marginal av hantverk där man finner den antropomorfa, kärleksfulla hållningen till material och procedurer som är utmärkande för hantverkare".(9)

Den traditions- och erfarenhetsbaserade kunskapen tenderade att vara statisk. Det gällde i det medeltida hantverket, men även i den industri som vuxit upp före kapitalismen. "Mycket tyder på att de yrkesstolta bergsmännen och brukssmederna stundom betraktade nya metoder med misstro", skrev Torsten Gårdlund om den svenska järnhanteringens yrkesmän vid mitten av 1800-talet.(10) Orsaken till denna "konservatism" var säkert inte bara rädsla för att den egna kunskapen skulle bli överflödigt. Ett ekonomiskt system och en ideologi som prioriterade förändring och vinst över stabilitet och kvalitet hade ännu ej blivit förhärskande.

Empirisk "trial-and-error" var in på 1800-talet den vanligaste metoden för att lösa tekniska problem och uppfinna ny teknik, också inom den tekniskt dynamiska kapitalistiska industrin. Ett gott exempel på en avancerad form av "trial-and-error" erbjuder Thomas Alva Edisons berömda arbete för att få fram en fungerande glödlampstråd i slutet av 1870-talet. Edison tvingades till ett systematiskt angreppssätt, som dock, med hans egna ord, bestod till "10 % av inspiration och 90 % av transpiration". Han och hans anställda arbetade igenom ca 1600 olika material innan de fann en lämplig glödtråd. Edison förefaller inte ha gjort några försök att teoretiskt bestämma och avgränsa de relevanta parametrarna. Därigenom skiljer hans arbete sig från de former av systematiskt experimenterande som sedan hans tid blivit vanliga inom både teknologiskt och vetenskapligt arbete.(11)

Teknologiskt respektive naturvetenskapligt experimentarbete

De empiriska *ad hoc* metoderna har under de senaste två århundradena kompletterats och till stor del ersatts med ett systematiskt tekniskt och vetenskapligt experimentarbete. Jag skall i fortsättningen hävda, att det finns en särskild och självständig tradition av "ingenjörsvetenskap", som främst kännetecknas av två slags arbetsmetoder: (1) systematiskt experimentarbete, samt (2) användning av skalmodeller.

För att förstå hur dessa två teknologiska metoder skiljer sig från det "rent" naturvetenskapliga arbetet, måste vi sätta dem i samband med *syftet* bakom respektive verksamhet. Vi måste också se på kriterierna för bedömningen av respektive arbetes *kvalitet*.

Ändamålet bestämmer metoderna

Syftet med den teknologiska verksamheten är att komma fram till produkter och processer som fungerar optimalt enligt på förhand givna kriterier.

Detta har effekter för vilka problem som man väljer att studera inom teknologin, hur man faktiskt går till väga och slutligen även för vilka kriterier som används för att avgöra när man har "löst" ett tekniskt problem. I alla dessa tre avseenden skiljer sig det teknologiska arbetet från det vetenskapliga.(12)

(1) Teknologiska problem är extern givna. Syftet med det tekniska arbetet är att lösa praktiska problem. Detta utesluter inte användandet av eller sökandet efter generella lagbundenheter i naturen, men denna kunskap relateras alltid till ett konkret tekniskt problem.

Den *yttre* bestämningen av problemen innebär, för det första, att antalet delfrågor som tas upp i forskningsarbetet begränsas till dem som antas vara väsentliga för att lösa det praktiska problemet. Inom den teori-formulerande vetenskapliga verksamheten är antalet frågor inte begränsade från början.

För det andra integreras externa aspekter i den teknologiska forskningen. Ekonomiska, politiska eller andra krav måste tillgodoses i lösningen: kostnad, säkerhet, miljökrav osv. I naturvetenskap räcker det med förklaring eller beskrivning av naturfenomenen.

Konkret innebär detta att det i det tekniska arbetet finns en externt given funktion som är specificerad i mer eller mindre detalj innan man sätter igång ett arbete. Ett exempel från det svenska näringslivet: "Att ta fram en tystgående diskmaskin." Uppgiften baseras inte på ett öppet sökande efter kunskap i största allmänhet. Varje aspekt av funktionen ges

dessutom en viss standard för vad som är optimalt fungerande (t ex *hur* tyst diskmaskinen skall gå och *hur* mycket den får kosta).(13)

(2) De externt givna och mångfacetterade kraven medför att de personer som skall förbättra eller förnya teknologin inte kan lämna den givna uppgiften och gå över till någon lättare när de stöter på svårigheter. Kostnadsbegränsningar gör att de antingen måste lösa svårigheten på ett eller annat approximativt sätt, eller riskera stora förluster i tid och pengar.

Samtidigt är teknikerna ofta i den situationen att det inte finns någon praktiskt användbar teori som kan ge svar på problemen. Även om det finns teoretiska modeller som beskriver de processer som är inblandade (t ex termodynamiska processer) är det mycket möjligt att ekvationerna antingen är olösbare eller så komplicerade när alla faktorer i verkligheten tas med i beräkningen att de är praktiskt oanvändbara. "Det kan förvisso finnas teorier, ekvationer och lösningar för den ena eller den andra delprocessen /i t ex ett värmeverk/ men deras sammantagna beteende går inte att beskriva och kan därför inte heller lösas", skriver Günter Küppers om problem inom förbränningsteknologin.(14)

Inom teknologiskt arbete kan man, av t ex finansiella, militära eller sociala skäl, inte invänta en användbar vetenskaplig teori. Inte heller kan man experimentera tills man nått ett fullständigt säkert resultat. Man måste helt enkelt komma fram till en lösning på det givna problemet, inom de externt givna tids- och resursramarna.

"Teknikerns uppgift är att skapa något, som människorna anses behöva, helst nu genast och före någon annan", skrev en av dieselmotorns skapare, Jonas Hesselman i sin bok *Teknik och Tanke*. "Att han själv och andra förstår hur hans skapelse verkligen fungerar är önskvärt, men inte något livsvillkor vare sig för honom själv eller hans sak, det enda nödvändiga är att denna fyller sin uppgift".(15)

Teknikern kan därför inte, menade Hesselman, som vetenskapsmannen, koncentrera sig på en punkt av ett renodlat problem och där gå på djupet. "Han får inte sikta mot en avlägsen framtid, hans mål ligger i hans egen tid . . . Medan /vetenskapsmannen/ . . . efter tusen och en observationer tror sig kunna uppställa en lag, måste teknikern ofta på grundval av ett fåtal iakttagelser bestämma riktningen för sitt vidare handlande".(16)

Dessa begränsningar har gett upphov till speciella "ingenjörsmetoder" för att komma fram till praktiskt användbar kunskap. Jag skall strax återkomma till dem.

(3) Skillnaden i syfte återverkar på vad som räknas som *lösning* på ett problem. Inom naturvetenskapen räcker det med att ge en lösning för ett idealiserat fall. Denna symboliserar den "rena" naturen; att

verkligheten är mer komplicerad behöver naturvetaren ej direkt bry sig om. Den tekniska lösningen måste ta hänsyn till verkligheten. Bara när en installation eller en produkt har tillverkats och fungerar kan vi tala om en lösning. Detta behöver inte innebära att alla aspekter är teoretiskt klarlagda. Inte heller behöver alla enskilda aspekter fungera optimalt.(17)

Optimering är ändå en av de viktigaste komponenterna i ingenjörsarbetet. Alla konstruktioner måste i princip fungera så effektivt som möjligt inom ramen för sociala och ekonomiska begränsningar. Dessa senare behöver naturvetenskapen bara ta hänsyn till i andra hand. Optimeringsprocedurer förekommer visserligen också inom naturvetenskapen, men bara tillfälligtvis och på vissa områden. Inom det tekniska arbetet utgör de däremot en konstant faktor. Optimering blir där, som en ingenjör uttryckte det, "ett etos, ett livssätt".(18) Detta kan betecknas som en grundläggande skillnad mellan naturvetenskap och teknologi, även om det är en gradskillnad som främst visar sig i attityder snarare än i angreppssätt.

En annan skillnad mellan teknologins och naturvetenskapens resultat, ligger i lösningens tillämpningsområde. Naturvetenskapens kunskap om lagbundenheter som har generell giltighet, står mot teknologins kunskap om regler och konstruktion, där giltigheten är begränsad till en enda installation eller en enda typ av konstruktion.(19)

Kvalitetsbedömning

Vi kan gå ett steg längre. Vad som räknas som en *god* lösning inom vetenskap respektive teknologi avgörs på olika sätt. Den externt givna funktionen med dess specificeringar gör det lättare att evaluera en teknologisk problemlösning. Dels kan man avgöra hur väl produkten uppfyller den givna funktionen. Dels kan produkten eller processen evalueras i termer av den nytta, dvs primärt den profit som den ger det företag som bekostat problemarbetet. Det är, grovt uttryckt, *marknaden* som avgör kvaliteten.

På så vis är kvalitetskontrollen, i varje fall i princip, mindre löslig än inom vetenskapen, där värdet hos ett resultat ibland endast är att det eventuellt kan bidra till lösningen av framtida problem.(20) Kommerciell framgång är ett enklare kvalitetskriterium än de ideologiska och etiska synpunkter som kompletterar de strikt vetenskapliga i "forskar-samhällets" bedömning av vetenskapliga resultat.

I praktiken är situationen mer komplicerad, också vad gäller den teknologiska kvaliteten och marknadsbedömningen. Jag tar upp tre punkter(21):

(1) Profitkriteriet kan på grund av marknadens utseende vara olämpligt eller irrelevant för att bedöma kvaliteten hos en teknisk lösning. Ett fåtal firmor dominerar marknaden. Kvalitets- och/eller priskonkurrensen har satts ur spel, genom att marknaden har delats upp mellan dem, och deras produkter är i stort sett identiska men säljs med mystifierande reklam (se avsnittet om "pseudoinnovationer" i kapitel 3).

I detta sammanhang är det fullt möjligt, och även påvisat, att användbara innovationer med högre kvalitet än existerande produkter undertrycks eller konkurreras ut med dumpningsmetoder, därför att de skulle störa en etablerad marknad.

(2) I andra fall finns ingen kompetitiv marknad på grund av *produktens* karaktär. Det gäller unika produkter som hus, broar, dammar, kraftverk och liknande konstruktioner. När de väl byggts står de där, oberoende av hur bra eller dåligt de uppfyller sina rent tekniska funktioner. Vid felaktigheter eller katastrofer är det mycket svårt att få klara besked om eller ens upprätta kriterier på teknologisk skuldbörda.

Den komplicerade och arbetsdelade process som ligger bakom konstruktioner av detta slag, gör att alla kan skylla på alla och ingen tar ansvar för den totala produktens funktionssätt.

(3) Ett tredje fall där profiten ofta inte står i någon direkt relation till en teknisk lösnings kvalitet är i produktion för den offentliga, speciellt den militära, sektorn. Marknaden är också här satt ur spel — nu genom att köparen och inhandlingstillfället är unika. Även om de som använder produkten är missnöjda med den kan sällan deras aggregerade åsikter översättas till sanktioner mot tillverkaren eller resultera i en förändring av produkten. En formell institutionaliserad kvalitetsbedömning görs av experter från köparens sida, men dessa är ofta beroende av information från säljaren.

I sådana fall är det ofta omöjligt för lekmannen (medborgaren i gemen) att avgöra produkters kvalitet och säkerhet. Att byta till en annan vara är omöjligt för honom eller henne. J Ravetz, som diskuterat de här svårigheterna, menar att problemen med dålig teknologi till höga priser är speciellt vanliga i de mer sofistikerade och dyrbara teknologisektorema, som militär-, rymd- och (mitt tillägg) atomsektorema.

Sammanfattningsvis finns det *i princip* goda kriterier på vad som är kvalitet i det tekniska arbetet under kapitalismen. Marknaden antas ge belöning åt kvalitet och straff åt dåliga produkter. I praktiken fungerar det inte alltid så, eftersom marknaden i flera fall är satt ur spel och konsumenten är okunnig eller inte har något val. Även om marknadens bedömning av ny teknik var perfekt, vore det naturligtvis inte självklart så att det som marknaden bedömer som en "god" teknisk lösning skulle betraktas som bra från ett annat perspektiv. När det gäller nya arbets-

processer skiljer sig t ex arbetar- och kapitalsidan ofta åt i bedömningen av vilka kriterier som är de viktigaste. Val av "god" teknik blir då en fråga om maktförhållandena på arbetsplatsen.

Detta motsatsförhållande mellan olika bedömningar av god teknik blir ännu tydligare när det gäller vad Ravetz kallar "runaway technology".(22) Det rör sig här om delar av flygtekniken, elektronik, energiteknik, biologisk ingenjörskonst osv där utvecklingen är så snabb och de sociala och ekologiska konsekvenserna så oförutsägbara och potentiellt farliga, att en allmän opinion väckts mot teknologin. I regel kalkylerar dock varken de offentliga myndigheterna eller de kapitalistiska storbolag som står bakom teknologin med alla de kostnader av socialt och ekologiskt slag som kan tänkas vara inblandade. Den externa funktion som ges för det tekniska arbetet är därför ofullständig och de som arbetar med att ta fram sådan ny teknik behöver inte ta hänsyn till dessa aspekter.

Vad som definierar kvaliteten i det teknologiska arbetet påverkar inte den experimentella metoden i sig. Det kan dock få effekter på hur ingenjören ser på sitt arbete — en fråga som jag skall ta upp närmare i kapitlen 11 och 12.

Det tekniska arbetet systematiserat

Jag skall nu återknyta till diskussionen om det tekniska arbetets metoder. Vi har kommit till en beskrivning av ingenjörarbetets två mest karaktäristiska arbetssätt: systematisk parametervariation och användning av skalmodeller.

Systematisk parametervariation

Bruket att konstanthålla vissa variabler medan man varierar andra, samt att noggrant iaktta och helst också kvantifiera resultaten för att nå fram till en optimal lösning, anges ibland vara en avläggare av den "vetenskapliga revolutionen" på 1500- och 1600-talen.

Det finns dock anledning att inte överbetona de teoretiska naturforskarnas betydelse för uppkomsten av den sk "experimentella metoden". Systematisk parametervariation går tillbaka åtminstone till de tidiga grekiska katapultkonstruktörerna. De anges ha funnit de bästa dimensionerna för sina anordningar "genom att systematiskt förändra storleken på olika delar av katapulten och testa resultatet".(23) Vissa forskare understryker även, att det var de europeiska hantverkarna och byggmästarna från 1000-talet och framåt som införde bruket att noggrant testa både

anordningar och teorier. En del medeltida hantverkare och byggmästare nöjde sig således inte med att upprepa vad de lärt sig under en lång lärlingstid. De observerade också systematiskt naturkrafterna och experimenterade med sina produktionsmedel.(24)

Ett välkänt och ovanligt tydligt exempel på användningen av parametervariation är den engelska ingenjören John Smeatons studier av vattenhjul och väderkvarnar i mitten av 1700-talet. Samma metod användes av Smeaton för att förbättra Newcomens ångmaskin. "Han varierade därvid systematiskt en komponent, medan han höll de andra konstanta och iakttog effekten, därefter upprepades proceduren för den ena komponenten efter den andra och på så sätt uppnådde han den optimala totala effekten", sammanfattar den engelske historikern D S L Cardwell.(25)

Smeaton torde ha inspirerats av Newtons optiska experiment, men det är inte otänkbart att han också påverkades av samtida experiment för att utröna artilleripjäders räckvidd.(26)

Systematisk parametervariation användes inom teknologin för att ge praktiskt användbara konstruktionsdata när man inte vet varför något fungerar på ett visst vis eller kan förutsäga resultatet med hjälp av en kvantitativ teori. Man får en approximativ lösning som dock är praktiskt användbar. Härefter skiljer sig teknisk systematisk parametervariation från dess bruk inom den "rena" naturvetenskapen: där söker man ju nå fram till en teori eller en modell med så generell räckvidd som möjligt.(27)

Metoden är speciellt viktig inom teknologin därför att teknikerna och ingenjörerna *måste* komma fram till en lösning trots att det inte finns någon tillämplig teori tillgänglig. Metodens funktion är – litet tillspetsat – att befria produktionen från ett beroende av vetenskaper som ännu inte utvecklats tillräckligt för att kunna vara till hjälp.(28)

Systematisk parametervariation har därför legat bakom många viktiga innovationer under 1800- och 1900-talet. Wilbur och Orville Wright använde den för att få nödvändiga vingdata till sin flygmaskin. Fredrick Winslow Taylors försök med skärhastigheter under åren 1880 till 1906 byggde på samma principer.(27) Hur han bar sig åt framkommer i Otto Bauers bok om *Rationalisering – felrationalisering*, en skildring som väl illustrerar övergången från tidigare personbundna intuitiva innovations- och produktionsmetoder till ett systematiskt och abstrakt ingenjörsarbete.

"Han [Taylor] började nu att planmässigt studera arbetarnas prestationer vid svarvstolarna. Den hastighet, varmed ett arbete kan utföras vid svarvstolen beror: 1) av det bearbetade styckets rotationshastighet, 2) av matningen, dvs av den fortskridande rörelsen hos verktyget, 3) av avskärningens tjocklek. Före Taylors undersökningar överlämnade man åt arbetarens skicklighet och individuella erfarenhet att bestämma rotationshastighet och matningstakt. Taylor åter använde de metoder för

naturvetenskaplig forskning, varmed han som ingenjör var förtrogen, för att kvantitativt fastställa prestationens beroende av rotationshastighet och matning. Under genom årtionden fullföljda försök kunde han slå fast, vilken skärhastighet som allt efter valet av rotationstid och matning kunde uppnås med material av olika art och arbetsuppgifter av olika beskaffenhet. På grundvalen av resultatet av dessa försök kunde han och hans lärjungar i *ekvationer* uttrycka *lagarna* för skärhastigheten. ... Man har på grundval av dessa ekvationer utarbetat *tabeller* och konstruerat *räknestickor*, som gör det möjligt även för den matematiskt oskolade arbetaren att för den ifrågavarande uppgiften bestämma resultaten. Matning och rotationshastighet bestäms sålunda icke längre på grundval av arbetarens individuella, instinktiva erfarenheter, utan på grundval av vetenskapliga, genom systematiska experiment vunna i *ekvationer* uttryckta insikter om arbetsprestationens funktionala beroende av dess betingelser.”(29)

Systematisk parametervariation är idag en naturlig del av det tekniska arbetet. För tusentals ingenjörer är metoden idag så välkänd att den sammanfaller med vanligt sunt förnuft.(30)

I Taylors och ”arbetsvetenskapens” fall användes ”det ingenjörsmässiga tänkandet” som Bauer kallade det, till att effektivisera existerande processer. Men metoden används också för att ta fram nya produkter. Vissa forskare hävdar att den framför allt används för gradvisa förbättringar och att den sällan legat bakom radikala nykonstruktioner. Genom att den bygger på kända parametrar och parameterkonstellationer, skulle den främst lämpa sig för s k ”piecemeal engineering”.(31)

Ett par exempel på systematisk parametervariation i tidig svensk industriforskning kan ges. I ett föredrag 1931 inför Svenska Teknologföreningen om forskningens betydelse för rationaliseringen, beskrev kommerserådet Axel Enström ett konkret forskningsprojekt. Det gällde att först ”resonemangsvis” förstå vilka faktorer som kunde ge upphov till ett ”nyckfullt” fenomen och därefter att ”systematiskt renodla inverkan av var och en av dessa variabler och sedan sammanställa de olika kurvorna samt deducera fram exempelvis de optimala villkoren. Som ett typiskt exempel kan jag anföra ett arbete bland många andra som utförts på Ingenjörsvetenskapsakademiens laboratorier. Det gällde att klarlägga möjligheterna för en cyanidframställning. Man kunde förutse att processen var beroende på 12 olika variabler, tryck, temperatur, gaskoncentration etc. Var och en av dessa varierades med de andra konstanta, och som slutresultat framstodo de exakta betingelserna för metodens tekniska utformning.”(32)

Ett exempel på *produktinnovation* med denna metod är Svenska Kullagerfabrikens, SKFs, framtagning av ett nytt kullager för Statens Järnvägars behov strax efter första världskriget.(33)

När SKF fick anbudet 1918 var det uppenbart att de praktiska och teoretiska undersökningar som då hade gjorts, var helt otillräckliga. De teorier som fanns på området – Hertz’ på 1880-talet framlagda elastici-

tetsteorier — var ofullständiga. Dessa var inte heller utformade med tanke på de lagerproblem som järnvägstrafik innebar, och var därför inte användbara för en beräkning av materialpåkänningar, hållfasthet och bärformåga hos de önskade kul- och rullagren.

Denna teoretiska lucka fylldes inte förrän långt senare. Vid det akuta tillfället tvingades SKF pröva sig fram med mycket omfattande experiment, som inleddes 1918. Ur dessa provningar av olika kombinationer och parallellmöjligheter uppstod det sfäriska radialkullagret. Det genomgick sina första praktiska prov vid SJ åren 1919–20 och SJ accepterade det 1923.

Mer än tjugo år senare publicerade SKF en formell teori som utarbetats inom företaget och som möjliggjorde förutberäkningar av bärformågan hos nya lagerkonstruktioner. Utifrån denna teori kunde SKF sedan (1948–50) konstruera ett sfäriskt kullager med upp till 40 % större bärformåga än det äldre och med ca tre gånger så stor nominell livslängd.(34)

Användning av skalmodeller

Systematisk parametervariation kombineras ofta med användning av *fysiska skalmodeller*. Vi är här först intresserade av *arbetande skalmodeller* som är gjorda för att fungera på samma sätt som prototypen. De skiljer sig därigenom från statiska skalmodeller som t ex arkitekter använder för att åskådliggöra rumsliga relationer.(35)

Också på detta område brukar Smeaton anges som pionjär, men Christopher Polhems experiment med vattenhjulmodeller var tidigare (början av 1700-talet). Arbetsmetoden bygger på det enkla faktum att tekniker och ingenjörer skapar konstruktioner som inte finns i naturen. De kan därför arbeta med modeller i den skala som de finner lämpligast för sina experiment. Denna möjlighet finns i regel inte inom naturvetenskapen. Där vill man studera och beskriva naturfenomenen i den skala som de normalt förekommer i.(36)

Skalmodeller används inom teknologin för att spara kostnader. Dagens teknik är, som vi noterat i kapitel 3, ofta av systemkaraktär. Ny teknologi innebär då inte, som i fallet med Edisons glödtråd, att man söker finna en speciell komponent i ett redan existerande system. Tvärtom skall hela, storskaliga tekniska system, raffinaderier, telefonväxlar osv, framställas. Dessa system får ofta en unik karaktär. Det är då svårt att göra experiment i full skala eller ens arbeta med en prototyp.

Ett exempel hämtat från en reklambroschyr för L M Ericson från 1950-talets början beskriver konstruktionen av en ny telefonväxel: "Det kan bli nödvändigt att bygga upp hela stationer och nätsystem i miniatyr

så att man får en möjlighet att studera funktionen vid en sammankoppling med andra telefonmateriel som kan finnas på platsen . . . De laboratorier där dessa modellstationer byggs, har på grund av det schematiska arbetet, som ligger till grund för dem, fått namnet schemalaboratoriet. På några kvadratmeters yta står där automatstativ som representerar ett helt landområdes telefonstationer.”(37)

Problemet med användningen av skalm modeller är hur experimentdata skall kunna översättas till den fullskaliga produktionen. Nya komplicerande faktorer tillkommer i den större skalan. Behovet av att kunna justera för skaleffekter är uppenbart i alla flödesprocesser – i samband med vattenhjul, väderkvarnar, propellrar, värmeverk osv. Här har sedan 1800-talets slut utvecklats skalklikformighetslagar som anger när och under vilka förutsättningar en modell kan förväntas bete sig som en större anläggning. Vissa speciella siffror ger hållpunkter för hur man skall kunna överföra modellmätningarnas resultat till en prototyp eller till full skala. För vissa komplicerade problemtyper fungerar dock inte detta översättningsförfarande; skalm modeller kan då ej användas utan man måste studera processen i verkligheten, i full skala.(38)

För att komma förbi vissa svårigheter med att överföra resultaten från laboratorieexperiment till fullskaliga installationer görs ofta försök i halvstor skala, i pilotanläggningar.(39)

I en beskrivning från *Första ingenjörshandboken* (1951) klarläggs varför ”försöksfabriken – en fabrik i miniatyr utrustad med alla slags maskiner i mindre skala” får ta vid sedan forskarna i ett livsmedelslaboratorium kommit fram med en ny produkt:

”I regel kan man nämligen inte utan vidare framställa nya produkter i fabriken på samma sätt som i laboratorier, dels därför att framställningen i stor skala medför en hel del svårigheter som man inte finner då man laborerar med små mängder, och dels därför att de stora maskinerna i fabriken behandlar materialet på ett helt annat sätt än vad som sker i laboratoriemässig skala. Ingenjörerna i försöksfabriken eller i den halvt tekniska avdelningen som man också kallar den, har således till uppgift att forma om framställningssättet från laboratorieskala till full teknisk skala.”(40)

Jag skall även säga ett par ord om *statiska* modeller, dock ej av arkitektarbetets typ. Längre fram i boken skall vi mer i detalj gå in på konstruktions- och ritningsarbetets innehåll. *Ritningars* främsta funktion är att vara kommunikationsmedel mellan konstruktion och tillverkning. Men de kan också ses som modeller på vilka man företar experiment. Ritningar imiterar verkliga objekt så att de kan bedömas och modifieras innan de så att säga finns till i verkligheten och i full skala. Också här ligger en vilja till optimering bakom arbetet; att aldrig använda mer material eller energi för att lösa ett problem än vad som är ekonomiskt möjligt och lönsamt.

Denna insikt låg bakom den tyske 1800-talsingenjören Ferdinand Redtenbachers försök att basera hela ingenjördsdisciplinen på säkra regler. Redtenbacher var professor i Karlsruhe och ses ibland som skaparen av "vetenskaplig maskinkonstruktion".(41) År 1852 skrev han följande om ritarbetets betydelse:

"Ritningar är det medel varmed den mekaniske ingenjören kan framställa sina tankar och idéer med en klarhet och tydlighet som inte lämnar något övrigt att önska. En maskin som har ritats är som ett idealiskt förverkligande av densamma, men i ett material som kostar litet och som är lättare att hantera än järn och stål.

Att rita en maskin kräver ett utlägg av tid och ansträngning som är ojämförligt mycket mindre än vad som krävs för att bygga maskinen i järn och stål, speciellt när man tänker på hur användbar ritningen är både för planeringen av maskinen och för dess framställning."(42)

Jonas Hesselman — en av de få svenska ingenjörer som beskrivit sin arbetsprocess — underströk också vikten av "erfarenhet genom skrivbordsarbete". Vad han menade med detta var, "att konstruktören genom beräkningar och tankeexperiment i detalj försöker tänka sig in i hur nyheten i konstruktionen kommer att fungera, icke blott under normala driftförhållanden utan även under abnorma förhållanden". Resultatet blir ofta "som om den vunnits genom direkt iakttagelse, men har den fördelen, att den är ojämförligt mycket billigare."(43)

Härmed har vi kommit fram till tanken om den teoretiska modellen. Att verkligen bygga arbetande modeller är idag ofta mycket dyrt och i stället försöker man med datormodellens hjälp *simulera* de situationer som tidigare studerats genom skalmodeller.

På grund av datorernas stora kapacitet är det idag möjligt att genom teoretisk parametervariation förändra en sådan teoretisk modell, så att den från att ha varit specifik — vilket skalmodeller alltid är — övergår till att gälla en produkt eller process mer generellt. Men därmed har vi lämnat vad som är specifikt för skalmodeller och kommit in på det teoretiska arbete som ägnas åt studiet av generella modeller och lagar.

Teknisk vetenskap

Tekniskt arbete kräver ofta för sitt utövande kunskap om lagbundenheter i naturen. Existerande kunskap måste överföras till det tekniska problem som är för handen. "Det är självklart", skrev Hesselgren, "att han /konstruktören/ skaffar sig all möjlig kunskap (och erfarenhet) om sin motor genom att exempelvis beräkna och i diagramform framställa alla de krafter, hastigheter m m, som under normala förhållanden uppstår i motorn och som komma till användning vid hållfasthetsberäkningar o d. Allt sådant har han lärt sig i skolan."(44)

Överföringen av kunskap är dock inte alltid en så självklar process. Den moderna tekniska forskningen, skrev en ingenjör i början av 1950-talet, bygger visserligen på naturvetenskapens rön, men vetenskapen är otillräcklig för hela den tekniska processen. Utnyttjandet av en apparat el dyl i full drift innefattar nämligen ekonomiska, tekniska och andra problem av en art "för vilkas lösande vetenskapens hypoteser ofta visat sig otillräckliga som grund".(45)

Naturvetenskapen formulerar generaliseringar — lagar, teorier, modeller — om klasser av fenomen. Den är inriktad på förståelse, ej primärt på tillämpning eller konstruktion.(46) Teknologin söker lösningar på individuella praktiska problem. Även om en vetenskaplig teori finns på området, är den inte alltid precis nog att kunna göra räkning för alla de aspekter som är involverade i det tekniska problemet.

I det tekniska arbetet finns därför alltid ett intresse för att systematisera den kunskap som kan användas i det praktiska konstruktionsarbetet. Mycket sådan information har genom tiden förmedlats i volymer av handböcker fyllda med tabeller som anger optimala lösningar på standardproblem.

Källorna till denna kunskap kan i sig vara experimentell parametervariation eller naturvetenskaplig analys. Ofta framställs sådan ingenjörsvetenskap inte i företagen utan vid forskningsinstitut och tekniska högskolor. För utvecklandet av denna typ av kunskap har datorerna inneburit en omvälvning, genom den möjlighet de ger både till snabb numerisk lösning av komplexa ekvationssystem och till simulering av mer eller mindre realistiska förlopp.(47)

Mycket av detta arbete liknar det som utförs av naturvetare. Men det skiljer sig också åt — inte minst i det att det tekniska arbetet med teorier och teoretiska modeller sällan eller aldrig har anspråk på att ge resultat som är intressanta i sig, utanför varje tänkbar praktisk nytta.

Sammanfattning

I det här kapitlet har vi sett hur det från 1700-talets slut utvecklades vissa specifikt teknologiska metoder, som med tiden fick en alltmer rationell utformning.

Förskjutningen från praktisk erfarenhet i produktionen över systematiskt experimenterande till tillämpning av naturvetenskapliga rön innebär en förskjutning från det konkreta till det mer abstrakta. Den traditionelle maskinbyggaren byggde på en praktisk och direkt erfarenhet av produktionen och produktionsmedlen. Den moderne konstruktören rör sig med abstraktioner och representationer av objekten. Matematisk analys, håll-

fasthetsbedömningar, geologisk och metallurgisk kunskap ingår i hans arbete.

Som Hesselman påpekade, är detta sådant konstruktören "lärt i skolan". Men den blivande ingenjören eller teknikern lär sig mer än så "i skolan". Han får en insikt i hur tekniskt arbete bör bedrivas, med dess alldeles speciella arbetsmetoder och sätt att tänka. I själva verket, noterar en forskare, utgör experimentell parametervariation, med eller utan användning av skalmodeller, en systematisk procedur med vars hjälp de flesta utbildade teknologer kan nå en optimal lösning på komplexa problem med ett minimalt förlitande på individuell snillrikhet eller speciella insikter. "Det bidrar därmed till den kontinuerliga ansträngningen inom teknologin att ersätta 'snilleblixar' (som inte kan läras ut) med 'färdigheter' (som kan läras ut)." Utan denna ansträngning skulle tekniken idag inte kunna förändras på så bred front — snillen är trots allt sällsynta.(48)

6. Teknikens utveckling

I det här kapitlet skall jag ge en bild av hur de olika metoderna att få fram ny teknik och förbättra den gamla, som jag beskrev i förra kapitlet, har använts i den västerländska industrialiseringen. Jag koncentrerar mig på de större uppfinningarna som har haft ekonomisk betydelse och försöker i görligaste mån dra in svenska exempel. De frågor jag ställt mig är: I vilka sammanhang och varför användes ett empiriskt respektive ett teoretiskt angreppssätt? Hur betydelsefulla har *naturvetenskapens* teorier varit jämfört med en "enbart" experimentell inställning till produktionen? När började en sådan inställning bli vanlig? Vilka är de viktigaste övergångsperioderna?

Ingenjörsarbete och naturvetenskap i det förindustriella Europa

Den experimenterande, kvantitativa naturvetenskapen hade gjort stora men ojämna framsteg under tiden före den industriella revolutionen. Det var främst astronomi och mekanik som utvecklats. Kemi, fysik, biologi var vid 1700-talets början ännu i vad man skulle kunna kalla ett "progressivt" empiriskt stadium. Deras delområden var inte integrerade med varandra i någon sammanhängande teoribyggnad, de hade ytterst få testade lagar och drogs med en ohanterlig och osystematiserad begreppsapparat. En tillämpad vetenskap baserad på dessa discipliner var därför omöjlig och låg något århundrade fram i tiden.(1)

Men också den mer sofistikerade och skenbart praktiskt inriktade mekaniken var ännu oanvändbar i det dagliga tekniska arbetet. Dess framgångar var begreppsliga eller abstrakt matematiska. Den precisa, kvantitativa information som dåtidens ingenjörer eventuellt behövde i sitt arbete kunde inte — eller endast med stora svårigheter — "deduceras" från dessa teorier. De matematiska fysikernas stora upptäckter på 1600-talet var därför inte bara obegripliga för de praktiska ingenjörerna och mekani-

kerna; de var också oanvändbara.(2)

Sextonhundra- och sjuttonhundratalsens stora ideologiska entusiasm för den teoretiska vetenskapens praktiska nytta, från Bacon och Descartes och framåt, motsvarades således ännu inte av några praktiska resultat (navigationskonsten eventuellt undantagen). Den engelske historikern E. Rupert Hall sammanfattar:

"Sextonhundratalets vetenskapspropaganda underströk bevisligen den potentiella nytta som medicin och teknologi skulle kunna få av det vetenskapliga arbetet. Men det finns betydligt mycket fler bevis på att naturvetarna i sitt arbete bara undersökte de frågor de fattat tycke för, från matematisk fysik till reproduktionens fysiologi. Med andra ord hade naturvetenskapen en benägenhet att inte i främsta rummet befatta sig med ingenjörsarbetets och jordbrukets brännande problem, utan med frågor som naturvetarna ansåg vara viktiga och intressanta."(3)

Det praktiska ingenjörsarbetet grundade sig långt efter den s k "vetenskapliga revolutionen" fortfarande på en kombination av manuell händighet och ett stort antal empiriska regler som utprovats under lång tid. Tumregler och estetiska hänsyn styrde teknisk förändring. Uppfinningar bestod i huvudsak av nya kombinationer av redan välkänd kunskap och praktik. De nya maskiner, pumpar, uppforderingsverk osv som konstruerades under 1600- och 1700-talen byggde på etablerade design- och konstruktionsprinciper. Lantmäteri och skeppsbyggnad baserades likaså på hävdvunnen praxis och tumregler. Den lilla mängd kvantifiering som gick in i detta arbete var full av aritmetiska felaktigheter. Ingenjörer och hantverkare var, hävdar Hall, anmärkningsvärt blinda för matematikens – den samtida fysikens grundval – eventuella nytta. Endast sällan hade de någon utbildning som gjorde det möjligt för dem att formulera sina svårigheter och krav på ett sätt som en matematiker eller fysiker skulle kunna förstå.(4)

Indirekt hade ändå "den vetenskapliga revolutionen" effekter på ingenjörernas och hantverkarnas verksamhet. Den vetenskaplig uppskattningen av exakthet påverkade lantmåteriverksamheten vid 1600-talets slut; utan vissa grundkunskaper i geometri skulle det ha varit mycket svårt att bygga t ex Languedoc-kanalen i Frankrike eller dränera Fenlandet i England. Så småningom lånade också lantmätarna astronomernas verktyg: Picards teleskop, Thevenots vattenpass osv. Också de grenar av teknologin som tjänade vetenskapen utvecklades: instrumentmakeri, urmakeri, glasblåsning osv.(5) Indirekt – men endast indirekt – var denna utveckling av stor betydelse för den industriella revolutionen.

Fram till dess teknologins karaktär började förändras i slutet av 1700-talet hade således vetenskapen föga att erbjuda den praktiska produktionen.

Vid denna tid inträffade vad som brukar kallas den "industriella revo-

tionen", med början i England. Med denna uppnåddes "den avgörande vändpunkten ... i människans bemästrande av Naturen", hävdar den engelske naturvetaren och vetenskapshistorikern J D Bernal.(6) Man kan ställa sig avvaktande till ett så starkt påstående. Men den industriella revolutionen innebar bevisligen omfattande förändringar av de tre komponenter i arbetsprocessen som vi tidigare tagit upp (se kapitel 3):

(1) *Arbetskraften* ersattes som energikälla av ångkraft. Redan tidigare hade den mänskliga arbetskraften delvis ersatts med djur- eller med vatten- eller vindkraft. Också dessa fick nu konkurrens av ångkraften.

(2) *Arbetsmedlet* förändrades genom att hand-arbetet ersattes med verktygsmaskiner.

(3) *Arbetsföremålen* förändrades genom att mineralier ersatte animalier och vegetabilier (järn i stället för trä t ex); helt nya råvaror tillkom och gamla utnyttjades effektivare.

Dessa förändringar stimulerade järn- och kolindustrin, jordbruket, transporter och kommunikationer och den kemiska industrin, och gjorde den industriella revolutionen till en kumulativ och mångförgrenad process.

Också tekniskt/teknologiskt innebar den industriella revolutionen något nytt. Bernal hävdar – och många med honom – att 1700-talets slut, "bevittnade de vetenskapliga och de kapitalistiska innovationernas sammanflöde".(7)

Mycket i denna omvandling åstadkoms dock på traditionella vägar. Naturvetenskapens betydelse var i huvudsak indirekt, åtminstone i utvecklingens tidiga faser. Låg mig visa detta genom att diskutera arbetsprocessens tre komponenter var för sig.

Ångmaskinens utveckling

Forskarna är oense om de intellektuella källorna till ångmaskinens uppkomst. En uppfattning gör gällande att ångmaskinens utveckling var en medveten tillämpning av naturvetenskapligt tänkande. Newcomens maskin och även dess föregångare vore, enligt denna uppfattning, otänkbara utan Boyles, Toricellis och andra naturvetares teoretiska idéer. James Watt själv fick mycket av sin tekniska kompetens och inspiration från sitt arbete som instrumentmakare och sina nära kontakter med dåtidens naturvetare. Härigenom antas vetenskapen ha spelat en väsentlig roll i den industriella revolutionen.(8)

Andra är mer skeptiska.(9) Den dåtida vetenskapen – mekaniken och matematiken – var så långt från den praktiska verkligheten och dess villkor att den närmast var oanvändbar. Varken Smeatons förbättring av

Newcomens maskin eller Watts uppfinning byggde på vetenskaplig kunskap, hävdar dessa forskare. Däremot uppnåddes resultaten med hjälp av systematiskt tänkande och en experimentell teknik som liknade den som användes inom vetenskapen. Med andra ord byggde tekniken på den sorts systematiska parametervariation som beskrevs i förra kapitlet.

Ett steg hade därigenom tagits från den traditionella empiriska och osystematiska "trial-and-error"-metoden. Uppfinningarna inom ångtekniken baserades dock inte på teoretisk utan på empirisk kunskap, även om uppfinnarna själva hade en rudimentär och allmän känsla för statik och dynamik.

Vad gäller ångmaskinens fortsatta utveckling är enigheten större bland forskarna. Framtagande och framställning av effektivare, större och starkare ångmaskiner var ett verk av praktiska män och "nyfikna amatörer", som Mumford uttryckte det. Dessa konstruktioner, skrev han, "möjliggjordes i stor utsträckning av den empiriska metoden, genom försök och urval: många liv gick till spillo genom ångpanneexplosioner innan säkerhetsventilen allmänt infördes". Naturvetenskapen spelade en mycket liten roll; "ehuru alla dessa uppfinningar skulle ha blivit bättre med vetenskapens bistånd, tillkom de i de flesta fall utan dess direkta hjälp." (10)

Snarare var det så att dessa maskiner var ett slags praktiska experiment i termodynamik. Teorin kom i andra hand. Artonhundratalets stora generella teori inom fysiken — termodynamiken — uppkom i själva verket ur försöken att förstå och förbättra kraftkällornas, och då framför allt ångmaskinens verkningssätt. Detta flöde av idéer och data från tekniken till vetenskapen var något kännetecknande för 1700- och 1800-talets relationer dem emellan. (11)

Ångmaskinen innebar förvisso en radikal förändring i människans bemästrande av naturkrafterna. Man kan ändå med visst fog hävda att den stora, *socialt* avgörande tekniska förändringen i den industriella revolutionen var övergången från manuell till maskinell produktion. "Ångmaskinen åstadkom ingen industriell revolution", hävdade Marx. "Det var snarare arbetsmaskinernas tillkomst som nödvändiggjorde en om-daning av ångmaskinen". (12)

Mekaniseringen av arbetsprocessen

De första textilmaskinerna konstruerades av hantverkare/uppfinnare med grundlig empirisk erfarenhet. Anpassningar och förbättringar skedde sedan ute i produktionen av praktiskt verksamma yrkesmän. (13) Den dåtida naturvetenskapens resultat inverkade, enligt de flesta bedömare, mycket litet på de tidiga maskinernas utformning. Uppfinnarna inom

1700- och det tidiga 1800-talets tillverkningsindustri utförde inte heller något laboratoriemässigt experimentarbete som ångmaskinernas skapare gjort.

Varken den rena vetenskapen eller det systematiska ingenjörskapet spelade således någon roll i denna del av den industriella revolutionen. Men mekaniseringen fick ändå en avgörande betydelse för förhållandet mellan produktionen och det teoretiska arbetet. Låt oss följa Marx' och andras diskussion om mekaniseringens effekter på den kapitalistiska arbetsprocessen.(14)

Den tidiga mekaniseringen

Kapitalets omdaning av produktionsprocessen innebar till en början att en större mängd hantverkare än under skråsystemet samlades i fabriker för produktion av varor som skulle säljas på en marknad. Hantverkarna blev lönearbetare och arbetade under kapitalistens ledning och kontroll. Den tekniska basen var dock hantverket. Den stora mängden arbetare och kapitalets kontroll över deras användning möjliggjorde i ett nästa steg en arbetsdelning mellan de direkta producenterna. Uppgifterna delades upp. Arbetarna specialiserades på en eller ett fåtal förenklade uppgifter. Men verksamheten förblev hantverksmässig och därför, som Marx skrev, "beroende av den enskilde arbetarens kraft, skicklighet, snabbhet och säkerhet i hanteringen".(15)

Det var omöjligt att använda vetenskapliga eller systematiska metoder och experiment för att effektivisera denna typ av produktion. Det mänskliga hanterandet av arbetsverktygen var alltför individuellt för att låta sig förutsägas och analyseras. Först då verktygen ersattes med arbetsmaskiner och människans subjektiva förmåga inte längre var avgörande för arbetstakt och kvalitet kunde ingenjörskapet och den vetenskapliga metoden tränga in i produktionsprocessen. Arbetarnas uppgifter hade redan tidigare lösts upp i smådelar. Genom att denna process gick längre och själva arbetsmomenten övertogs av maskiner, blev produktionsprocessen så organiserad att den kunde utsättas för teoretisk analys och empiriskt experimentarbete.

Mekaniseringen var således inte en produkt av vetenskapens framgångar, men innebar i sig att produktionen i alla dess delar kunde analyseras vetenskapligt.

Men steget till en helt mekaniserad produktion var ännu långt. En sådan produktion krävde standardiserade maskiner med säkra produktionskapaciteter — med andra ord att även själva maskinproduktionen mekaniserats. Marx bedömning i mitten av 1800-talet var just att den viktigaste

spärren mot vetenskapernas fulla inkorporering i storindustrin var att industrins "karaktäristiska produktionsmedel, själva maskinen framställdes med hjälp av arbetarnas personliga kraft och personliga duglighet".(16)

Den avgörande förändringen under den industriella revolutionen skulle således vara att industrin tog över produktionen även av produktionsmedlen.

Maskinbyggandets mekanisering

Konstruktionen och byggandet av maskiner skedde in på 1800-talet i en hantverksmässig form. Mängden maskiner som kunde tillverkas var, liksom deras kvalitet, avhängiga av "den muskelstyrka, den blickens skärpa och den fingerfärdighet" varmed maskinbyggarna hanterade sina verktyg.(17) Det var en yrkesstolt grupp, vars antal inte kunde expandera lika lätt som textilindustrins okvalificerade arbetare.

Motsättningen mellan storindustrins utveckling och den hantverksmässiga maskinproduktion som den vilade på ökade under 1800-talet. Det fanns ett marknadskrav på att arbetsmaskinerna skulle bli större och mer komplicerade. Maskinhastigheterna ökade, vilket krävde maskiner av mer tåligt, men också mer svårbearbetat material (som järn i stället för trä). Kravet på precision hos de nya maskinernas många och invecklade komponenter ökade när maskinhastigheten ökade. Skruvar måste sitta fast också under hög påfrestning, pistonger och cylindrar måste passa in i varandra under lång tids arbete, hjul måste snurra exakt osv. Samtidigt innebar detta att det hantverksmässiga byggandet och finjusteringen av maskinerna tog alltför lång tid.

Vissa nya, komplicerade maskinproblem kunde inte heller lösas inom hantverkets ram. Maskiner, som den "moderna tryckpressen, den moderna ångvävstolen och den moderna kardmaskinen" kunde endast med svårighet framställas av de traditionella maskinbyggarna. Tillverkningen av ångbåtar och lokomotiv i allt större skala ställde enorma krav på maskintillverkarna: "... de oerhörda mängder järn som nu skulle smidas, svetsas, skäras, borraras och formas krävde maskiner av så jättelika mått, att det manufakturmässiga maskinbygget inte förmådde frambringa dem", sammanfattade Marx.(18)

De yrkesskickliga maskinbyggarna var emellertid i färd med att göra sitt skrä överflödigt. Marx pekade på ångmaskinens möjligheter: här fanns en kraftmaskin som kunde utveckla hur mycket energi som helst och som dessutom stod under mänsklig kontroll. Genom att utnyttja denna möjlighet, kunde Nasmyth konstruera en ånghammare (ca 1840) och Bramah

en hydraulisk press vilka blev betydelsefulla för utvecklandet av den tunga verkstadsindustrin.(19)

Också Maudsleys "slide rest" eller verktygshållare tilldrog sig Marx' uppmärksamhet. Denna uppfinning gjorde precisionsarbetet oberoende av den individuella hantverkarens säkert och tålmod. Samma effekt hade de *verktygsmaskiner* som började utvecklas från 1800-talets mitt.

Skaparna av de första moderna verktygsmaskinerna var praktiskt verkssamma yrkesarbetare eller hantverkare. "De åstadkom, genom att tillämpa enkel geometri och genom en djupgående erfarenhet av hur material beter sig under påfrestning, en stadig förbättring i arbetets precision och reproducerbarhet", skrev Bernal.(20) Dessa maskiner och de produkter som kunde framställas med deras hjälp, skapades med hjälp av mycken snillrikhet, men, påpekade Bernal, "vilade föga på vetenskapen och gav föga tillbaka till den."(21)

Maskiner för tillverkning av andra maskiner utvecklades först i USA, där det rådde brist på yrkesskickliga metallarbetare och där det fanns en stor marknad för masstillverkade konsumtionsvaror. De första produkterna som tillverkades med de standardiserade och utbytbara delar som den nya maskinteknologin möjliggjorde, var dock gevär och pistoler. (Det var också för detta tillverkningsändamål som de första amerikanska verktygsmaskinerna infördes till Sverige på 1870-talet). Dessa följdes av icke-militära uppfinningar som krävde en än högre grad av precision i tillverkningen: symaskiner, skrivmaskiner, vissa jordbruksmaskiner, cyklar och så småningom bilar.

Fullt incitament att använda de nya och till en början kostsamma maskinerna fanns inte förrän marknaden och därmed möjligheten till masstillverkning och standardisering hade nått en viss nivå. I Sverige dröjde detta i allmänhet till tiden kring det första världskriget.(22)

Den "industriella revolutionen" var således hos oss knappt avslutad när den "andra industriella revolutionen" började göra sig gällande (se nedan s 105ff).

Mekaniseringens effekter

Tendenttiellt kom produktionen att "förvetenskapligas" i och med införandet av dessa maskinbyggda arbetsmedel.(23) Matematik och fysik hade varit till föga nytta för de tidiga ingenjörerna och hantverkarna. Ett experimentellt förbättringsarbete var omöjligt. Arbetet kunde helt enkelt inte göras tillräckligt exakt. Men med de nya precisionsverktygen förändrades situationen.

Jag har i kapitel 5 beskrivit Taylors försök att komma fram till opti-

mala skärhastigheter. Hans systematiska experiment kring sekelskiftet möjliggjordes av att alla faktorer i tillverkningen nu kunde varieras och deras funktionssätt kvantifieras. Kunskapen om den "bästa" arbetsmetoden förflyttades därmed från den omedelbara producenten till ingenjörer och planeringsavdelningar.

Men redan tidigare hade design och konstruktion av maskiner och maskindelar börjat förflyttats från verkstadsgolvet till ritkontoret. Konstruktion och finjustering baserades allt mindre på den omedelbare producentens tumregler och yrkesskicklighet. De nya precisionsverktygen och även mätinstrumenten möjliggjorde en förhandsspecificering av dimensioner och toleranser, som arbetarna måste och faktiskt kunde hålla sig till.

En ny sorts yrkesskicklighet uppstod i och med de nya kraven på exakthet. Arbetet utfördes efter ritningar, vilket krävde en känsla och förståelse för tredimensionell geometri, åtminstone hos förmän och verkmästare. Maskinoperatörerna blev en ny sorts yrkesarbetare vid mer specialiserade och automatiska maskiner.

Samtidigt som ingenjörrens ritningar och beräkningar alltmer kom att styra den omedelbara produktionen, förändrades själva ingenjörskapet. Historikern E R Hall menar, att det bakom 1800-talets ingenjörspraktik alltmer kom att ligga principer, snarare än praktisk erfarenhet och intuition: termodynamiska kalkyler, procedurer för att bestämma strukturfästningar, flödesteorier och så småningom också kunskap om elektriska processer och sammanhang.(24) Dessa hade alla utvecklats ur teoretiska undersökningar, uppbackade av experiment och erfarenhet.

Den praktiskt verksamme teknikern fick visserligen sina siffror från tabeller och figurer och inte från den rena teorin. Men siffrorna och reglernas ursprung blev alltmer baserade på teoretisk eller experimentell analys, snarare än på kodifierad empirisk praxis.(25) På detta vis särskilde sig det tekniska arbetet från det manuella, men också från det rent vetenskapliga och kunde få en egen utveckling: "ett gammalt yrke fick en ny betydelse" som Mumford formulerade det. "Som en förmedlare mellan industrimannen, arbetaren och forskaren framträdde ingenjören".(26)

Arbetsföremålens omvandling

Järn och stål

Uppfinningar och radikala förbättringar i gruvnäringen och metallhanteringen var centrala i den industriella revolutionen. De nya maskinerna,

de stora bro- och husbyggnadskonstruktionerna, transport- och krigsväsendets utbyggnad vore otänkbara utan stora kvantiteter billigt järn, och senare, stål.

En mängd experiment från 1730-talet och framåt låg bakom den viktigaste innovationen inom järnhanteringen, möjligheten att använda stenkol i stället för träkol. Till detta kom envisa försök att reducera kolhalten i järnet och därmed öka dess användningsområden. Andra kapitalbesparande innovationer som syftade till att ekonomisera med bränslet, att öka verkningsgraden, att framställa allt mer järn i allt större processer framkom också. Liksom i verkstadsindustrin utgick dessa omvälvningar från praktisk verksamma personer och med ytterst begränsade bidrag från den dåtida vetenskapen. Landes sammanfattar:

"... i järnhanteringen var det på samma sätt som i textilindustrin att små, anonyma förbättringar förmodligen var viktigare i det långa loppet än de stora uppfinningar som hedras i historieböckerna... Anledningen till detta står att finna i den empiriska och approximativa karaktären hos dessa tidiga framsteg. Patent var en början lika väl som en slutpunkt, och smidesmästarna fann att varje kombination av malm och bränsle eller metall och bränsle krävde sitt eget recept. Detta ord användes medvetet. Järnframställning var i allt väsentligt ett slags kokkonst, som krävde en känsla för ingredienserna, en klar uppfattning om vilka proportioner som behövdes, en "instinkt" för hur länge grytan skulle stå på spisen. Smidesmästarna hade ingen aning om varför vissa saker fungerade och andra inte; inte heller brydde de sig om det."(27)

Inte förrän vid 1800-talets mitt hade man lärt sig tillräckligt om de processer som var inblandade i malmens förvandling till metall för att man skulle kunna göra processen mer effektiv och skapa rationella provtagningsmetoder.

Med stål förhöll det sig något annorlunda. Bessemers process för stålframställning (1856) har av Bernal kallats ett "semi-vetenskapligt" resultat.(28) Det hade ingen teoretisk bas, men uppnåddes med hjälp av systematiskt experimentarbete. Dåtidens metallurgiska kunnande var som sagt begränsat. Bessemer själv (och andra) var förbryllade och kunde ej förklara varför konvertern inte fungerade för fosforhaltiga malmer.(29)

I Sverige utvecklade Göran Fredrik Göransson Bessemerprocessen 1858 till en industriellt användbar metod – även om den inte kom att få någon större betydelse inom svensk järnhantering förrän åtskilligt senare. Göransson var självlärd och hans revolutionerande ugnskonstruktioner torde inte ha grundat sig på något som med skäl kan kallas metallurgisk forskning, menar idéhistorikern Gunnar Eriksson, som studerat naturvetenskapens tillämpning i Sverige 1870–1914.(30)

En annan forskare, Karl Modén, anser dock, att / G F Göranssons *arbetsmetod* var fullt vetenskaplig: "Hans sätt att variera förutsättningarna för varje experiment var systematiskt och upplagt efter en väl genomtänkt plan. Det var alltså bara de tekniska grundvalarna han saknade

– de övriga nödvändiga forskare- och uppfinnaregenskaperna: optimism och uthållighet hade han i rikt mått.”(31)

G F Göranssonns experiment kan ses som ett exempel på den systematiska parametervariation som jag beskrivit i kapitel 5. Den naturvetenskapliga teorin saknades eller ansågs som irrelevant. Göransson själv var djupt skeptisk mot teoretiskt arbete. I ett brev till en vän skrev han i början av 1860-talet: ”Hos oss finnas inga vetenskapsmän som leda metoden ej heller hafva sådana funnits, wi frukta för alla laboratoriemetoder och följa den enklaste.”(32)

Stålverken var dock inne i en brytningstid. De nya processerna som möjliggjorde massframställning av billigt stål byggde i högre utsträckning än förr på teoretiskt metallurgiskt kunnande som utvecklats vid stålverken eller universiteten och publicerats internationellt. Den basiska Thomasprocessen (1879) möjliggjorde utnyttjandet av den rikliga tillgången på fosforhaltig järnmalm och lade därigenom grunden till bl a USAs och Tysklands industriella och militära expansion. Denna uppfinning var enligt Bernal ”vetenskaplig alltigenom”.(33) Sidney Thomas var självlärd, men hans medhjälpare, kusinen Percy Gilchrecht, var kemist vid ett järnverk, och uppfinningen grundade sig på tillgänglig vetenskaplig kunskap. Möjligen var Thomas den siste av den industriella revolutionens amatörsnillen inom metallurgin. Efter honom, menar Landes, blev den vetenskapliga kunskapen för omfattande, mångförgrenad och avancerad för enstaka, självlärdas uppfinnare. I varje fall förefaller en formell, teoretisk skolning därefter ha varit oundgänglig för en uppfinnare; efter Thomas, hävdar Landes, ”hade de professionella fältet nästan helt för sig själva”.(34)

Denna förskjutning från det praktiskt till det teoretiskt inlärdas gällde inte bara de spektakulära uppfinningarna inom järn- och stålhanteringen. Också de dagliga proverna och analyserna och vardagsrationaliseringarna blev alltmer en uppgift för vetenskapligt skolad personal.

Göran Attman, Fagerstabrukens historiker, sammanfattar den tekniska utvecklingen vid de svenska järnverken kring sekelskiftet på följande sätt: ”Mästersmedernas på erfarenhet grundade skicklighet kom sålunda under senare delen av 1800-talet att ersättas av stålprovornas bedömning och framför allt av metallurgernas undersökningar. Vid järnbruken övertogs till en början mästersmedernas roll av verkmästarna, men mot slutet av 1800-talet tog man i allt större utsträckning i anspråk metallurgisk sakkunskap: det var ingenjörernas intåg inom järnhanteringen.”(35)

Den industriella revolutionens andra stora förändring i arbetsföremålen skedde genom innovationer i den kemiska industrin. I själva verket, hävdar Bernal, var det kemin snarare än fysiken, som var 1800-talets stora vetenskap. Kemins resultat kunde lättare än termodynamikens och tidigare än elektroteknikens teorier utnyttjas direkt för industriella ändamål. Tidigare seklers spekulativa och rudimentära kemi hade främst genom franska och svenska kemisters arbeten utvecklats till en systematisk vetenskap. Lavoisier och andra rensade kemin från magiska och alkemistiska uppfattningar och förvandlade den från "en uppsättning osammanhängande recept, som måste läras in ett och ett, till en generell teori, utifrån vilken det inte bara var möjligt att förklara de tidigare fenomenen, utan också att förutse nya på ett kvantitativt sätt", skriver Bernal.(36)

Lavoisiers upptäckter stimulerade intresset för kemi i Frankrike. Det var där många viktiga processer i tung kemisk industri först etablerades: användningen av klor för blekning av textilier, Leblancs sodatillverkningsprocess osv.

Samtidens viktigaste och mest omfattande kemiska industri fanns dock i England. Detta hängde samman med att den kemiska industrin fram till 1800-talets slut var vad man kan kalla en sekundär industri. Mycket av dess tillväxt berodde på tillväxten i andra tillverkningsindustrier. Framför allt var det textilindustrins enorma behov av blekmedel, tvättmedel osv, som ledde till utvecklandet av nya kemikalier och till mer ekonomiska och tillförlitliga sätt att framställa gamla produkter. Strävanden att utnyttja avfall och biprodukter stimulerade kemiskt experimentarbete och ledde till nya stora kemiska industrier. Laboratoriet, om än av rudimentär och primitiv karaktär, var därför tidigt en komponent i den kemiska industrin.(37)

Till denna nya tunga kemiska industri kan läggas en mer traditionell, inriktad på individuell konsumtion; bagerier, bryggerier, ättiksfabriker, destillerier, sockerbruk. Med städernas och industriproletariatets tillväxt övergick dessa industrier från att vara hushålls- eller bybaserade till större skala.(38) Produktionsproblemen växte därmed på ett sätt som satte den traditionella kunskapsbasen på svåra prov. Teoretisk analys och systematiskt experimentarbete trädde så småningom i dess ställe, en utveckling som vi skall analysera i nästa avsnitt.

I *Sverige* dröjde införandet av storskaliga rationella tillverkningsmetoder till 1800-talets slut. Den kemiska industrin var vid tiden för det svenska "industriella genombrottet" högst outvecklad. Tillverkningen bedrevs i liten skala och avsåg främst konsumtionsmedel som färger, lysgas,

öl, stearinljus, tvål, socker, tändstickor. Organisk-kemisk industri saknades så gott som helt.(39) En samtida kemist klagade (1881) över "dessa sorgliga förhållanden som följa den kemiska industriens utöfning i Sverige . . . De stora kemiska industrierna sakna vi, de mindre gå utför."(40)

De mindre industrierna drevs vid denna tid fortfarande som hantverk. Produktionen gick "på känn" och efter vedertagna mönster. Varornas och tillverkningens innehåll var hemligheter, som gick i arv från far till son. Denna typ av industri hade ingen användning för Tekniska Högskolans teoretiskt skolade ingenjörer, ett förhållande som livligt debatterades på 1880-talet.(41) Bara ett fåtal av de från skolan utexaminerade ingenjörerna ägnade sig åt den kemiska branschen. Kemisterna fann i stället sysselsättning inom massaindustrin eller vid järnverken, om de alls gick till industrin.(42)

Undantagen var den elektrokemiska industrin, som började växa fram vid denna tid, samt sprängämnesindustrin. Ur Oscar Fredrik Carlssons experimentarbete uppstod bl a en elektrolytisk fabrikationsmetod för kaliumklorat (1890-talets början). Processen byggde teoretiskt på Svante Arrhenius då nyligen framlagda dissociationsteori. Praktiskt kunde den genomföras med hjälp av riklig tillgång på elektrisk energi.(43)

Carlsson hade en grundlig vetenskaplig skolning bakom sig. Alfred Nobel var däremot självlärd men hans uppfinningar inom sprängämnes-tekniken baserades på teoretiska insikter och ett omfattande experimentarbete. Både Carlsson och Nobel insåg vikten av innovationer för den industriella verksamheten. Båda utnyttjade den då nyligen kodifierade patentlagstiftningen, och båda var bland de första i Sverige att inrätta industriella forskningslaboratorier för utforskande av nya produkter och processer.(44)

Den viktigaste kemiska industrin i Sverige var emellertid massaindustrin. Vid 1800-talets slut framkom där en rad nya kemiska förfarings-sätt, som utexperimenterats under ganska primitiva förhållanden. Utvecklingsarbetet var sporadiskt och oplanerat och betingades främst av de konkreta problem och uppslag som uppstod vid massafabrikernas drift. Något intresse för den kemiska processens karaktär utöver vad som krävdes för att kunna framställa produkten så störmingsfritt och ekonomiskt som möjligt förmärktes inte fram till sekelskiftet.(45)

Under de "sista tjugofem åren", sammanfattade en cellulosatekniker strax före det första världskriget, hade man inom massaindustrin tillverkat trämassa utan någon kemisk teori: "Cellulosakokningen utvecklade sig rent empiriskt, soda- och sulfitcellulosa blevo stora världsartiklar utan att man med någon säkerhet kände sammansättningen hos de inkrusterade ämnen i veden eller de kemiska förloppen vid vedens upplösning".(46) Det var först under mellankrigstiden, som professor Peter Klason och

hans lärjungar började tillföra massaindustrin en på vetenskapliga rön baserad teknik. Denna utveckling var en del av en allmän tendens under 1800-talets sista och 1900-talets första år, som vi nu skall övergå till.

Den andra industriella revolutionen?

Vi har konstaterat att teoretisk kunskap inte var av avgörande betydelse för merparten av de tekniska omdaningar som brukar innefattas i begreppet "den industriella revolutionen". Däremot spelade systematiskt experimentarbete en viss roll i framtagandet av ny teknik och i försöken att effektivisera existerande produkter och processer. Kontakten mellan praktiker och vetenskapsmän var dessutom intensiv under 1700-talet och delar av 1800-talet; de bildade framför allt i England en gemensam "community", där teknikens resultat delvis påverkade vetenskapens inriktning och problemställningar.(47)

Under 1800-talet förändrades bilden och blev mer komplex. Å ena sidan uppstod naturvetenskapliga institutioner samt experimentella laboratorier för forsknings- och undervisningsändamål vid de europeiska universiteten. Med början i Tyskland, där Justus Liebig med sitt kemiska laboratorium i Giessen (1825) och Johannes Müller med det fysiologiska laboratoriet i Berlin brukar anges som pionjärer, blev forskning en akademisk karriär. Det vetenskapliga arbetet övergick från att vara en fritidssysselsättning för rika privatlärda eller professionella yrkesutövare (läkare, präster, officerare osv) till att bli ett särskilt yrke knutet till universitets- och högskoleväsendet. Forskningen fick parallellt härmed en stabilare finansiell bas, en kontinuitet i arbetet och ett system för reproduktion av forskningsresultat och forskare — faktorer som bidrog till en snabb utveckling av vetenskapen.(48)

Å andra sidan expanderade den kapitalistiska industrin. Naturvetarnas och uppfinnarnas värld gled alltmer ifrån varandra. Naturvetenskapen utvecklades i egna riktningar, bestämda av teoretiska problem. Den naturvetenskaplige forskaren levde i en av universiteten och deras traditioner bestämd miljö medan tekniker och uppfinnare associerades med praktisk nytta och kapitalistiska affärsintressen.

Tvärsöver denna uppdelning utvecklades den högre tekniska utbildningen, först i det tyska språkområdet och sedan i Sverige och på andra håll. Såväl ideologiska, statusmässiga skäl, som praktiska, industriella, låg bakom 1800-talets utveckling mot att göra den tekniska högskoleutbildningen alltmer teoretisk.(49) Till de statusmässiga kraven skall jag återkomma i kapitel 11. De praktiska kraven kom, åtminstone i Sverige, mer från statligt än från privatkapitalistiskt håll. Vi har sett den

svenska kemiska industrins ointresse för teoretiskt skolade kemister vid 1800-talets slut. Även den svenska verkstadsindustrins ledare var på många håll skeptiskt inställda mot "vetenskapare" i industrin och föredrog praktiskt skolade män i det dagliga verkstadsarbetet.(50)

Under största delen av 1800-talet var kontakten mellan vetenskapens värld och den industriella fortfarande oplanerad och osystematisk. Tillfälliga faktorer avgjorde kontakten, som personlig bekantskap mellan vetenskapsmän och praktiker, individuella naturvetares privatekonomiska eller tekniska intressen, eller den grad industrins tekniker haft tillgång till vetenskaplig skolning.(51)

Mot slutet av 1800-talet inträffade emellertid, som jag ser det, fyra förändringar i denna relation. De påverkade både graden av vetenskaplig "input" i ny teknologi och behovet av vetenskapliga lösningar på tekniska produktionsproblem. Dessa fyra förändringar inledde en ny period i den kapitalistiska industriutvecklingen. Jag ser således, i detta avseende, en viktig historisk "vändpunkt" vid slutet av 1800-talet – de då aktuella tendenserna har förstärkts därefter, men något *principiellt* nytt har enligt mitt sätt att se inte tillkommit.

De fyra förändringar, som jag skall diskutera är: (1) uppkomsten av rent vetenskapsbaserade industrier, (2) framväxten av nya problem i de traditionella industrierna, vilka bara kunde lösas med hjälp av vetenskaplig analys och metod, (3) uppkomsten av industriella forskningslaboratorier, samt (4) uppkomsten av nya intellektuella discipliner, teoretisk-tekniska "mellanhänder" mellan naturvetenskap och empirisk teknologi.

De två senare förändringarna är delvis konsekvenser av de två förra. Vi kan sammanfatta de två första som ett "förvetenskapligande av industrin", de två senare som "en industrialisering av vetenskapen".

Vetenskapsbaserad industri

Fram till 1800-talets slut är det svårt att finna någon teknologi som var helt och *ensidigt* skapad ur naturvetenskapliga rön. Elektrotekniken inledde då en ny era inom teknologin. Som filosofen Hans Jonas ser det "... fanns det helt enkelt ingen erfarenhet av något sådant som elektricitet, än mindre något handhavande av det, innan vetenskapen upptäckte och undersökte det; och även då måste dess utnyttjande anstå till teorin var komplett i alla väsentliga avseenden."(52)

Från och med denna tid uppstår nya teknologier som hänför sig till objekt som är helt och hållet artificiella, vetenskapliga konstruktioner. Tidigare mekanik och kemi hade påtagligt naturliga fenomen till objekt. Men syntetkemin, elektrotekniken, elektroniken, biotekniken osv refe-

rerar till historiskt okända fenomen. De kunde helt enkelt inte ha utvecklats ur en tidigare existerande produktion eller praktisk/teknisk erfarenhet.

Förvetenskapligande av traditionell industri

Samtidigt steg behovet av vetenskapliga lösningar på klassiska tekniska problem. Bakgrunden låg i tillverkningsprocessernas ökade storlek och komplexitet, men också i själva den kapitalistiska expansionen. Nya råvaror och material behövde utnyttjas när kampen blev för hård om de traditionella, eller när de helt enkelt började ta slut. Kraven på ökad arbetsintensitet och billigare produktion ökade i takt med den hårdnande internationella konkurrensen.

Kampen om billigare och säkrare tillflöde av råmaterial drev fram förändringar i ståltillverkningen, och ledde till den spektakulära utvecklingen av syntetkemiska produkter från 1860-talet och framåt. Ökad effektivitet och precision blev nödvändig i de stora företag som uppstått med kapitalets koncentration och centralisation. Produktionsstörningar och väntetider innebar stora finansiella avbräck. Kvalitet och tillförlitlighet var viktiga i konkurrensen. Kunskapskraven på dem som hade hand om produktionsprocessen steg: "Det fanns fortfarande utrymme för intuition, givet att denna intuition grundade sig på en solid förståelse av grundläggande principer, men 'cut-and-try'-tekniken var alltför slösaktig för dessa tekniska processer som krävde den yttersta tillförlitlighet och precision", skriver den amerikanske historikern Rae.(53)

När produktionsprocesserna skalades upp till ökade dimensioner, högre tryck och temperatur osv medförde detta icke-extrapolerbara förändringar i stabilitetsvillkor, materialkvalitet, tillverkningssätt, vilka inte kunde klaras av på basis av existerande kunskap. Sak samma gällde för kontrollen av de totala processerna. Nu fick nya principer ligga bakom teknikutvecklingen i stället för dem som styrde den tidigare produktionen. Vetenskaplig och abstrakt teknisk kunskap är både relevant och nödvändig i sådana sammanhang.(54) Teorier kan å ena sidan ge upphov till principer som man inte kan komma fram till på grundval av en extrapolering från kända processer. Teorin är då av heuristisk betydelse.

Å andra sidan kan teori också användas för att bestämma de funktionella sambanden mellan elementen i en dittills okänd produktionsprocess. Både optimum och gränsvillkor för material och procedurer kan bestämmas. Icke-linjära modifieringar kan göras med hjälp av teori när tumregler är oanvändbara.

Från 1800-talets slut övergick delar av den kemiska industrin

från sats- till flödesproduktion. Grunden till att så kunde ske låg i utvecklingen inom materialteknologin och instrumentteknologin.(55) Här har vi ett exempel på hur utvecklingen inom naturvetenskapen kunde komma till teknologins hjälp. De instrument som sedan 1600-talet utvecklats för naturvetenskapens behov var för noggranna och entydiga för att vara till hjälp i det tidiga 1800-talets relativt of sofistikerade produktion. När industrin däremot i slutet av 1800-talet började kräva renare material, större precision i maskindelar, enhetliga mått och vikter över hela världsmarknaden, så fanns den analytiska apparatur och de procedurer tillgängliga som krävdes för att testa material och kontrollera processer, som ett resultat av vetenskapens utveckling; de kunde med vissa modifierationer användas inom industrin.(56)

Enligt innovationsforskare som Freeman, Langrish och andra, är också idag utvecklingen av experimentella metoder och vetenskapliga instrument en av de mer påtagliga länkarna mellan teoretisk forskning och industriutveckling. Det är i hög grad på detta sätt som kunskap överföres mellan teori och praktik. Här får vi även inkludera de individer som är tränade i moderna, experimentella metoder och i vetenskapligt tänkande över huvud taget, och som är oundgängliga i industrins forsknings- och utvecklingslaboratorier och — som vi såg i citatet från Rae — i den tekniskt avancerade storindustrins löpande tillverkning.(57)

Exemplet med uppkomsten av kemisk processindustri illustrerar den tredje trenden: uppkomsten av organiserad och systematisk forskning inom industrin. När produktionsprocessen blev för komplicerad och integrerad, blev det omöjligt att utföra experiment och småförbättringar direkt i produktionen. Experimentarbetet flyttades bort från den direkta produktionen, till laboratorier och pilotanläggningar. Samtidigt uppkom en medvetenhet inom vissa branscher och företag om den teoretiska forskningens potentiellt stora finansiella betydelse.

Industriella forskningslaboratorier

Marx såg maskineriet som den mellanhand med vars hjälp vetenskapen infördes i industriproduktionen. Utvecklingen av det industriella forskningslaboratoriet från 1800-talets slut innebar att vetenskapen togs direkt i kapitalets tjänst.(58)

Det industriella forskningslaboratoriet var en vidareutveckling av de mer eller mindre primitiva laboratorier som länge funnits i den kemiska industrin för kontroll av den löpande produktionen. Med början i den tyska färgämnesindustrin inrättades specialiserade laboratorier, där nya ämnen och processer utexperimenterades. Vid dessa anställdes i allt

högre utsträckning universitetsutbildade kemister och ingenjörer. Forskning kunde nu även ge en icke-akademisk karriär.

Utvecklingen var dock inte så snabb eller så rätlinjig som ibland antas. John Beer, som studerat den kemiska industrins tidiga laboratorier, anger att det tog mer än 40 år – från det den första universitetskemisten anställdes år 1868 till 1910 – för det ”moderna industriforskningslaboratoriet” att utvecklas till den institutionella form det har idag. Under många år var dessa laboratorier nämligen både testnings- och forskningslaboratorier, och det förra arbetet tenderade lätt att ta överhanden över det senare.(59) En vändpunkt anges ha kommit strax före sekelskiftet, då Adolf von Baeyer (1899) framställde det första syntetiska läkemedlet, aspirin. Dessa snabba kommersiella framgångar övertygade kapitalägarna om värdet av specialiserad och t o m teoretisk forskning.(60)

De stora tyska och amerikanska koncernerna blev de ledande i utvecklandet av speciell industriell forskningsverksamhet.

Det tyska kapitalet skapade en omfattande och integrerad organisation för teknikutveckling, som innefattade universitet och högskolor, industrilaboratorier, professionella sammanslutningar, branschorganisationer och efter hand också centrala delar av statsapparaten. Den tyska kemiska industrin blev på detta vis världsledande inom framställningen av färgämnen, sprängämnen, läkemedel, lösningsmedel, konstgödsel osv. Den kemiska kunskapen förvandlades enligt en observatör under åren fram till första världskriget från att tidigare mest bestått av ”ren vetenskap och kommersiellt pillertrillande till en mammutindustri som påverkade varje del av civilisationen”.(61) I ”civilisationen” inkluderades förmodligen även den destruktiva kapacitet och de ”ersatz”material som den kemiska industrin försåg den tyska krigsmaskinen med under det första världskriget och därefter.

De viktigaste amerikanska forskningsavdelningarna fanns inom den elektrotekniska och kemiska industrin. Här var General Electric en pionjär, som satsade åtskilligt på grundforskning.(62) Utvecklingen under första världskriget och mellankrigstiden var betydande och innebar likasom i Tyskland en nära koppling mellan storindustri, statsapparat och den vetenskapliga världen.(63)

Bell Telephone Laboratories där bla transistorer utvecklades teoretiskt och praktiskt var 1940 världens största forskningsorganisation med mer än 5 000 anställda.(64) Också den petrokemiska och kemiska industrin hade ett omfattande forskningsarbete. Så samarbetade tex ett flertal oljebolag i slutet av 1930-talet – början av 40-talet för att i ett av de största enskilda forskningsprogrammen före atombombsprojektet ta fram nya, effektivare krackningsprocesser. I du Ponts kemiska laboratorier uppfanns under mellankrigstiden rayon (1920-talet) och nylon

(1930-talet), vilka helt baserades på avancerad teoretisk kunskap och experimentverksamhet.(65)

De spektakulära teknikframgångar som både det tyska och det amerikanska kapitalet uppnådde kring sekelskiftet och senare både inspirerade och skrämde de *svenska* industrimännen. Vetenskapens och teknikens roll i industriexpansionen noterades och jämfördes med den blygsamma svenska situationen. Strax efter första världskriget tillkom IVA, Ingenjörsvetenskapsakademien, med syfte att främja teknisk forskning och kunskap om de svenska naturresurserna. Tanken på IVA presenterades bl a vid en diskussion i Teknologföreningen i mars 1918. Initiativtagaren till IVA, kommerserådet Axel Enström, påpekade då att "det breda ingenjörskapet i Sverige brast i det att detta i stort sedt icke har präglats af den forskningsanda, som exempelvis i Tyskland haft så stor betydelse för dess industriella expansion och nu senast för krigets förande".(66)

Också den amerikanska industrins nära kontakter med den vetenskapliga världen framställdes som ett mönster för svensk industri och högskoleverksamhet. Många rapporter inflöt i tekniska tidskrifter. Bl a skrev Ernst Larsson, chefskemist vid Stora Kopparbergs Bergslag AB, i ett IVA-meddelande från 1922 om sina intryck från en studieresa till USA. Han klagade där över misshushållningen med de svenska teoretiskt utbildade fabrikscheferna. Dessa var så överhopade med "arbetarfrågor och andra förvaltningsomsorger" att de inte hann ta itu med tekniska problem och uppslag.(67) Redan 1908 hade denne Ernst Larsson betonat vikten av forskningsarbete inom den kemiska industrin: "För en kemisk fabrik af någon betydenhet är rent af ett lifsvillkor att ega ett laboratorium, där icke blott analyser kunna utföras, utan där också nya metoder kunna utarbetas och kalkylfaktorer pröfvas".(68)

Systematisk industriell forskningsverksamhet dök i Sverige upp först under mellankrigstiden. Det var de stora företagen eller kapitalgrupperna som hade råd och anledning att satsa på forskningsarbete. Det fanns dock industrilaboratorier även under ett tidigare skede. Pionjärer på den organiserade industriforskningens område var Nobel och de Laval. Gustaf de Laval initierade och finansierade redan på 1890-talet en omfattande experimentverksamhet som dock snart fick läggas ner av finansiella skäl. Nobel inrättade flera laboratorier utomlands och ett i Björkborn i Värmland för forskningsändamål.(69)

Stora Kopparbergs Bergslags AB hade kring första världskriget inrättat ett på forskning inriktat laboratorium. Också i annan kemisk industri uppkom laboratorier med viss forskningsverksamhet: vid järnverken, i massaindustrin, i den kemisk-tekniska industrin. De stora elektrotekniska företagen, ASEA och L M Ericson inrättade experimentavdelningar i början av 1900-talet, om än först av relativt blygsamt slag. Samma sak

gällde för de stora verkstadsföretagen, typ SKF och Separator. SKF hade dock under en period 135 personer anställda för att utveckla radialkullagret (se ovan kapitel 5). Personalen skars dock ner vid lågkonjunkturen i början av 1920-talet.(70)

Kollektivt utvecklings- och undersökningsarbete uppstod i form av Jernkontorets Metallografiska institut (1921) och Cellulosaindustrins Centrallaboratorium (1936) båda vid Tekniska Högskolan i Stockholm. Från och med andra världskriget kom statsmakterna att alltmer finansiera och organisera den svenska industriforskningen, samtidigt som de privata satsningarna byggdes ut kraftigt.(71)

Teknologisk teori

Under 1900-talet har å ena sidan ny kunskap som uppnåtts i teoretiskt naturvetenskapligt arbete mer eller mindre omedelbart kunnat nå en tillämpning i utvecklandet av ny teknik. De viktigaste exemplen torde vara atom- och silikonforskningen.(72)

Å andra sidan har speciella teknologiskt-tekniska teoriområden uppkommit, som binder samman generella teorier om hur naturen fungerar med praktiska tekniska problem. Ett exempel är kemisk teknologi.(73) Mot slutet av 1800-talet grundades konstruktion och optimering av kemiskt-tekniska processer främst på personlig erfarenhet och trial-and-error-experiment. Idag finns teoretiska modeller som ger större säkerhet vid problemlösning och nykonstruktion. Böhme och medförfattare anger tre distinkta stadier i den kemiska teknologins utveckling till vetenskap. Fram till första världskriget innebar det konkreta arbetet en sorts aggregering av universitetskemistens och den kemiske ingenjörens kunskapsområden. Nya processer utvecklades inom ramen för tekniska forskningslaboratorier. Men forskningsresultatens överföring till praktisk produktion var fortfarande en fråga om chanstagning och "Fingerspitzengefühl". Kemins och ingenjörsarbetets metoder hade ännu inte smält samman. En vetenskaplig behandling av komplexa operationer i "verkliga" tekniska processer var ännu ej möjlig.

Det andra stadiet i utvecklingen ägde rum i USA under mellankrigstiden. Produktionsprocessen delades upp i enhetsoperationer. Enheter som destillering, filtrering, krossning, malning osv differentierades från varandra och varje enhet undersöktes systematiskt. Omkring 1930 hade kemisk teknologi etablerats som en vetenskaplig disciplin med sina egna metoder, standardlösningar och begreppsapparat inom ramen för en fenomenologisk teori.

Det tredje stadiet började på 1930-talet och har uppnått en snabb ut-

veckling efter andra världskriget. Kemisk teknologi har nu integrerats med fysisk och kemisk teori. De verkliga processerna i kemiska installationer av olika slag kan göras begripliga med hjälp av mikrotekniska begrepp från termodynamiken, hydrodynamiken, kinetiken osv. Speciella begrepp och matematiska modeller har utvecklats som binder samman de mer komplexa tekniska processerna på makroplanet med grundforskningens mer idealiserade objekt. Så har exempelvis en makrokinetik utvecklats för att förstå hur kemiska reaktioner påverkas av fysiska överföringsfenomen (av värme, energi, massa).

På detta vis kan man idag göra teoretiska beräkningar av teknisk apparatur och produktionsprocesser med hjälp av den kemiska teknologins teorier. Ingenjörer kan konstruera nya produktionsmedel med hjälp av mindre osäkra metoder än extrapoleringar från existerande processer eller trial-and-error-experiment. Liknande teknisk-teoretiska modeller, som binder samman generella teorier om naturen med praktiska tekniska problem, finns inom aerodynamiken, flödesmekaniken, systemteorin. Dessa exempel visar, menar Böhme, att "efter fyra hundra års utveckling av vetenskap och teknologi så är dessa områdets förening inte längre enbart ett filosofiskt projekt".(74)

Sammanfattning

Jag kan sammanfatta mitt resonemang i detta och föregående kapitel i en tabell (Tabell 6:1, nästa sida).

Tabellen visar på fenomen som finns idag, men i olika omfattning i olika företag, branscher och regioner i världen. Den visar också på en historisk förskjutning i källorna till teknisk förändring: från det konkreta till det abstrakta, från den praktiska erfarenheten till det kodifierade resonemanget, från den direkte producenten som i sin person kombinerar manuellt och intellektuellt arbete till ett specialiserat, teoretiskt arbete långt från det praktiska utförandet.

Lite tillspetsat kan man påstå att den första industriella revolutionen från slutet av 1700-talet och framåt gav upphov till den *praktiske ingenjören* medan den andra industriella omdaning från 1800-talets slut innebar ett uppsving för den systematiskt arbetande, *teoretiskt skolade* ingenjören. I denna utveckling kan vi se två aspekter.

Å ena sidan har det manuella, utförande arbetet skilts från det intellektuella, ingenjörsarbetet. Å andra sidan har det intellektuella arbetet splittrats hierarkiskt och ämnesmässigt. Människor som i sin egen kompetens kombinerade kunskap och insikter på en mängd områden står inte längre i teknikutvecklingens centrum. Edison, Siemens, Nobel, de Laval

Tabell 6:1. *De viktigaste kunskapskällorna till ny teknik; deras egenskaper och sociala sammanhang.*

METODER	EMPIRISK ERFARENHET	SYSTEMATISKA EXPERIMENT	VETENSKAPLIG FÖRSTÅELSE
	trial and error ”snilleblix”	parametervariation skalmodeller	experiment teoretiska resonemang
SYFTE	problemlösning	kontroll av tekniska system och produktionprocesser	förståelse av naturlagar eller socio-tekn. system
TYP AV KUNSKAP	specifik; aktörs- och områdesbunden	specifik eller generell	generella lagbundenheter
VEM UTFÖR	omedelbare producenten	upptrinnare ingenjör	specialiserad forskare
LOKUS	omedelbar produktion	utvecklingslaboratorium	forskningslaboratorium högskola
TYPISK INDUSTRI	tidig verkstadsindustri	processindustri	transnationella företag
EXEMPEL	”Spinning Jenny” Primusköket	vindtunnelförsök Bessemermetoden	nylon atomkraft
TID (ca)	kontinuerligt	1850 —	1900 —

var exempel på teoretiskt kunniga, mångsidiga ingenjörer som satte en personlig prägel på det tekniska utvecklingsarbetet. Idag har kunskapens tillväxt och förgreningar inte bara omöjliggjort amatören och praktikern, utan också universalsnillet. Från 1800-talets slut finner vi i stället specialisten inom allt trängre områden.

Denna specialisering motsvaras av en institutionalisering av den tekniska utvecklingen, som blivit en av många boxar i storföretagens och statsapparatusens komplexa organisationsstrukturer. I själva verket är det inom denna miljö som majoriteten av dagens "bärare" av teknisk kunskap och teknisk förändring arbetar. Med Peter Druckers ord är det "alltmer forskningslaboratoriet snarare än individen, som producerar ny teknologi. Det teknologiska arbetet blir mer och mer ett lagarbete, där kunskapen hos ett antal specialister inom ramen för ett laboratorium tillämpas på ett gemensamt problem och inriktas mot ett gemensamt teknologiskt mål."(75)

Än mindre än tidigare ligger därför idag kontrollen över de tekniska produktionsmedlen och resultaten samt över hela det sammanhang, vari ny teknik framställs och tillämpas, hos den enskilde bäraren av teknisk kunskap. Han är en lönarbetare bland andra — om än med speciella arbetsuppgifter, positioner och ideologiska drag. I bokens återstående kapitel skall denna typ av lönarbete analyseras och konkretiseras.

7. Ingenjörarbete

”Det var civilingenjörerna som kommo:
glada och förfärliga män med räknestickor;
jättar i styrka och tanklöshet . . .”
(Frans G Bengtsson, *För nöjes skull*, 1947
s 26)

I de närmaste fyra kapitlen skall jag diskutera framtagande och användning av ny teknik som en social aktivitet, som *arbete*. Jag kallar det för *ingenjörarbete* för att markera att det rör sig om en mer eller mindre specialiserad aktivitet. Att lösa tekniska problem i produktionen, att konstruera nya produkter och processer, att leda tekniska företag, har i ett långt historiskt perspektiv övergått från att vara en del av den omedelbare producentens arbete till att bli specialistuppgifter, vilkas utövande kräver särskild kompetens och ger speciell status.

I det här kapitlet beskriver jag först en del av denna historiska process, för att sedan gå in på ingenjörarbetets plats i dagens svenska industrikapitalism. Det visar sig, att ingenjörarbetets domäner alltmer utvidgats från ”rent” tekniska till administrativa och ekonomiska arbetsuppgifter. Samtidigt har ingenjörarbetet delats upp och specialiserats och kanske även polariserats.

Från och med det här kapitlet står den *svenska* utvecklingen i centrum. Tidsperspektivet är i regel de senaste hundra åren.

Jag börjar ändå med mer avlägsna epoker. När började man tala om ett speciellt ingenjörarbete, eller, för att göra frågan något enklare, när och i vilket socialt sammanhang uppkom begreppet ingenjör?

Allmänt

Termen "ingenjör" har sitt ursprung i medeltidslatinets *ingenium*, med referens till dåtidens krigsmaskiner.(1) Ingenjören själv nämns — med skilda stavningssätt — i de normandiska krönikorna från 1100–1300-talet. Funktionen är då krigsbyggmästarens, hos vilken flera viktiga uppgifter var förknippade med maskiner (*engins*).

"Ingenjörer" — tekniska specialister — fanns givetvis tidigare. De konstruerade och ledde uppförandet av stora kollektiva anläggningar och byggnader, till praktisk nytta eller till religionens och statsmaktens ära: dammar, bevattningsanläggningar, tunnlar, tempel, palats, pyramider. I Grekland benämndes de *architecton*, i Rom *architectus*. Arbetet rörde sig kring fasta strukturer och anläggningar. Det byggde på erfarenhet och ett långt lärlingsskap och innebar "konsultuppdrag" i maktens närhet.(2)

Teknikern, ingenjören, stod emellertid främst i militärväsendets och "krigsbyggnadskonstens" tjänst. Detta förhållande accentuerades i det feodala samhället. Genom arbetets strategiska betydelse knöts ingenjören till härförarna och deras staber.

Redan före eldvapnens genombrott differentierades ingenjörskapet. Karl Malmsten som studerat ingenjörstitlens uppkomst, skriver i en artikel i *Teknisk Tidskrift* 1942: "Av grundbetydelsen i ordet ingenjör framgår att kastmaskinen uppfattades som dessa officerares huvudvapen. Den kom till användning för både anfall och försvar. De särskilda försvarsanordningarna i form av befästningar som den framkallade lades också under ingenjörernas ledning, liksom även åtgärder för att undergräva och störta dylika byggnadsverk. Den fullödiga ingenjören skulle således behärska både artilleri, fortifikations- och mineringskonsten. Han skulle dessutom kunna leda skeppsbyggeri samt bro- och väganläggningar."(3)

Den fortsatta utvecklingen fränskilde den ena uppgiften efter den andra från ingenjörernas verksamhetsfält och lade dem under specialister med andra titlar. Ingenjörstitlen kom alltmer att förknippas med de fortifikatoriska uppgifterna och med uppgifter som var relaterade till dessa: kartläggning, väg- och bebyggelseplanering. Detta var särskilt påtagligt i Nederländerna, i synnerhet sedan detta land uppstigit till en kommersiell och militär stormaktsställning. Det var från Nederländerna som ingenjörstitlen kom att överföras till Sverige och så småningom bli accepterad i det svenska spåkruset.

Ordet ingenjör i dess militära betydelse översattes aldrig till medeltids-svenskan. När den kända franska dikten *Flores och Blanzeflor* översattes på 1300-talet, kallas en där förekommande *engingeor* "mästerman". Med detta avsågs då en teknisk arbetsledare vid bergsverken eller inom skepps-byggeriet. Någon militär klang hade det inte.

I och med det feodala militärväsendets införande i Sverige kom också ingenjörsvapnet, kastmaskinen, hit. På Nyköpings slott fanns sålunda på 1306-talet en kastmaskinmästare. Hans titel var dock inte ingenjör, utan det latinska *magister balistarium*.

Från 1600-talets början dyker ingenjörstiteln upp i svenskt militär-väsende. Ingenjörer ingick i de artilleriförband som från och med Karl IX:s tid började uppsättas i Sverige. I ett holländskt dokument från 1610 omtalas fem ingenjörer som troligtvis skulle ingå bland de i Nederlän-derna värvade officerarna. Likaså fanns i Gustav II Adolfs armé såväl första, andre som tredje "ingenieurer".

Några år dessförinnan hade den förste officiellt betitlade ingenjören anställts i Sverige. År 1607 inkallades en holländare med den titeln, Peter Nicolaus de Kemp, till Göteborg för att upprätta stadens stads-plan. Det är sannolikt att också hans företrädare, Hans Fleming, titule-rades ingenjör. Denne hade 1605 anförtrots byggnadsledningen vid ett antal fortifikatoriskt viktiga orter: Vadstena, Jönköping, Älvsborg, Göte-borg m fl.

Därefter inkallades och utnämndes ett flertal ingenjörer för i huvudsak fortifikationsväsendet. Den första utbildningskursen för dessa ingenjörer förlades till Jönköping 1633.

Ingenjörstiteln kom snart att spridas utöver militärväsendets gränser och tillämpas även inom den administrativa och kamerala kartografin och lantmäteriet. Pionjären inom civilt lantmäteri, Anders Bure, hade visserligen själv titeln "generalmatematiker" (1628), och de första lant-mätarna kallades "geografus". Men i de fall lantmätaren också ingick i militärväsendet, fick han titeln ingenjör.

Arbetsuppgifterna blev således alltmer av civil karaktär och avsåg forti-fikationer, stadsplaner, kartritning och uppmätning av Sveriges och de vik-tigare landskapens areal, de viktigaste gruvornas utseende (framför allt Stora Kopparbergs gruva) osv. Den centrala kungamaktens behov av över-sikt och kontroll över landets resurser låg bakom dessa ingenjörers arbets-uppgifter. Anställningarna var inom hierarkiskt ordnade ämbetsverk och kårer.

Från slutet av 1600-talet framträdde också några mer namnkunniga svenska tekniker som utförde "konsultuppdrag" åt staten och järn-

bruken. Olof Rudbeck (1630–1702) hade studerat holländsk ingenjörskonst i sin ungdom. Vid sidan om sin akademiska lärarverksamhet i Uppsala projekterade och utförde han viktiga tekniska anläggningar, bl a ett vattenledningssystem för Uppsala stad, broar, pumpverk osv. Christopher Polhem (1661–1751) var en tid konstmästare vid Falu Gruva och inrättade även manufakturverket Stjernsund i Dalarna. Men hans huvudsakliga sysselsättning var uppdrag av konsultativ natur för statsmakten. Han anlätades under Karl XII:s krig för ett antal olika ärenden, från vapenkonstruktioner till frågan om landets försörjning med koksalt under avspärningstiderna. Liksom Olof Rudbeck gjorde han en mängd förslag till kanaler och slussar för en förbindelseled mellan Hjälmaren, Vänern och Göteborg. Hans förbättringar av vattenhjulens effekt efter teoretiska och praktiska studier i landets första "vattentekniska laboratorium" är ett exempel på tidig "systematisk parametervariation" (se kapitel 5).(4)

Under 1700-talets slut och 1800-talets början uppstod en teknisk yrkesgrupp som kallades bruksbyggmästare. De var i regel knutna till ett, speciellt bruk men utförde uppdrag också för andra företag. Enligt teknikhistorikern Torsten Althin, måste denna yrkesgrupp "kunna allt som hörde ihop med ritandet och uppförandet av byggnader, anordningar av ugnar och som det hette 'gångandets verk', vilka erfordrades för bruksdriften. Många av dem voro också skickliga vattenbyggare och brokonstruktörer."(5)

Det var således främst inom bergshanteringen och bruksindustrin som det fanns något industriellt behov av tekniskt utbildade. Inom stadshantverket och manufakturen var behovet obetydligt. Uppförande av hus och kyrkor sköttes av hantverkare. Större anläggningar och byggnader var engångsföreteelser, vartill ofta utländska byggmästare och ingenjörer inkallades.(6)

Utbildning

Det var på Bergskollegii inrådan — det statliga verk som hade uppsikt över gruvorna — som landets första *tekniska skola* inrättades. (Viss teknisk undervisning hade dock dessförinnan getts av Olof Rudbeck i Uppsala.) År 1697 kunde Christopher Polhem i Falun börja förverkliga ett "Laboratorium mechanicum" för undervisning och "forskning" inom mekanikens område. Det omorganiserades 1756 och fick då namnet Kongl. Modellkammaren. Tidvis förde denna en tynande tillvaro i brist på medel och kompetenta lärare, och på 1800-talet inkorporerades den i det 1826 inrättade Teknologiska Institutet i Stockholm.(7)

Titeln bergsingenjör förekom först 1799, då bergsvetenskapen utveckl-

lats så mycket att de praktiskt erfarna bergmännen kompletterades med teoretiskt skolade män. Under 1700-talet hade de första läroanstalterna på området inrättats ute i Europa: Bergsskolan i Braunschweig (1745), Bergsakademin i Freiburg (1766), den franska Ecole des Mines (1788). I Sverige hade Bergskollegium sedan 1600-talets mitt gett stipendier till bergverksstuderande. De ämbetsmän som skulle ingå i Bergstaten måste från 1750 genomgå en speciell bergsexamen vid universiteten i Lund eller Uppsala. En skola för blivande bruks- och gruvtekniker, som inte primärt skulle bli statliga ämbetsmän, startade 1822 i Falun och efterföljdes snart av den i Filipstad (1830).(8)

Som vi sett växte ingenjörsarbetet fram i nära anknytning till statsmakt och militärväsende i Sverige liksom på andra håll. Internationellt fick denna utveckling sitt starkaste uttryck i Frankrike. *Ingenieur de l'Etat* blev under franska revolutionen och Napoleontiden den samlande beteckningen för marinens konstruktörer, väg- och vattenbyggnadskåren, gruvingenjörer, lantmätare. Det var inträdet i kåren genom förvärvandet av den speciella utbildningskompetensen som ledde till ingenjörstiteln. Genom inrättandet av den militära *Ecole Polytechnique* (1794) centraliserades utbildningen av ingenjörer för statens kårer och manufakturer. Undervisningen där var teoretiskt avancerad och kom att bli en viktig modell för tekniska läroanstalter i andra delar av Europa och i USA.(9)

Det stora undantaget var Storbritannien. Dess *engineers* hade en praktisk lärlingsutbildning, eventuellt kompletterad med kvällskurser vid de "mechanics institutes" som började inrättas vid 1800-talets början. Det dröjde innan ingenjörsämnena blev accepterade som akademiska discipliner vid de brittiska universiteten. I England hade termen "engineer" alltså sedan 1500-talet behållit den ursprungliga betydelsen med anknytning till maskiner, *engins*, något som förstärktes med den industriella revolutionen.(10)

I de flesta länder i Europa var det således *staten* som ursprungligen tog ansvaret för ingenjörsarbetets och ingenjörs-kunnandets utveckling. I England — det första kapitalistiska samhället — var det i stället den *privata* industrin och dess män som utvecklade tekniken och det tekniska kunnandet. Här uppstod även de första professionella organisationerna för att främja den egna, teknikens och den tekniska undervisningens position i samhället.

Som vi skall se blev det i det svenska samhället när det industrialiserades en kombination av dessa båda utvecklingsmönster.

Kopplingen mellan militärt och civilt ingenjörsarbete kvarstod i Sverige långt in på 1800-talet. För att kunna ingå i Väg- och vattenbyggnadskåren, som hade militära titlar och militär organisation, men civil utbildning och civila funktioner, måste ingenjören genomgå en examen vid

Högre Artilleriläroverket i Marieberg. För att skilja de civila ingenjörerna från de militära introducerades 1844 titeln civilingenjör som en beteckning för de "ingenjörer för allmänna arbeten" som från 1841 fick sin utbildning vid Marieberg. År 1869 upphörde denna linje på Marieberg och förflyttades till Teknologiska Institutet (från 1876 Tekniska Högskolan) i Stockholm. Sedermera infördes titeln civilingenjör i avgångsbetygen från Tekniska Högskolan (1910) och Chalmers Tekniska Högskola (1937). Officiellt sanktionerad som examenstitel blev den 1915.(11)

Ingenjörskapet var således under en stor del av 1800-talet i huvudsak ett militärt, eller i varje fall statligt, arbete. Men det var också under detta århundrade som ingenjörskapet "återknöts" till konstruktion och användning av *maskiner*, nu i den privata industrin.

Ingenjörskapet och industrialiseringen

Ingenjörskapet och utbildning i tidig svensk industri

I början av 1800-talet uppkom de första mekaniska verkstäderna i Sverige som var fristående från bergshandlingen. Den mekaniska verkstaden vid Bergsund utanför Stockholm var en av de första (ca 1806), sedan följde Owens mekaniska verkstad på Kungsholmen (1809), Motala Verkstad (1822), Munktelles, Kockums, Bolinders osv. Vid seklets mitt anställde de flesta av dessa bortåt ett hundratal arbetare var. Störst var Motala Verkstad med omkring 450 arbetare.(12)

Vid dessa verkstäder lärdes de första generationerna yrkesarbetare upp. Det var också här som de mer fristående teknikerna och industriledarna fick sin första erfarenhet. Framför allt var det Motala Verkstad som fungerade som en sorts teknisk plantskola. Jernkontoret underhöll fram till 1892 årligen sex elever vid verkstaden. Många tekniska ledare och fabriksgrundare hade på ett eller annat sätt fått teknisk kunskap och erfarenhet där.

Den tidiga svenska verkstadsindustrin var av "engelsk" karaktär. Tillverkningen var mångsidig och skedde till en början främst för en lokal marknad och på beställning. Man tillverkade allt från ångmaskiner till husgeråd. Arbetet var delvis av hantverkskaraktär.

Ledningen och den tekniska inspirationen kom från England. I de tre första mekaniska verkstäderna (Bergsund, Owens faktori, Motala Verkstad) leddes det tekniska arbetet av inflyttade engelska "millwrights". Engelska tekniker inkallades också senare för att övervaka nya tekniska anläggningar, installera maskiner och inspektera anläggningarna. Många av ledarna för de större svenska verkstäderna skaffade sig lång-

varig praktik i England. Och liksom i England befordrades den tekniska utvecklingen i den tidiga svenska verkstadsindustrin främst av det praktiska arbetet i företagens modellverkstäder och ritkontor snarare än av teoretiska studier i de fåtaliga tekniska skolorna.

Inte heller i andra industrier betraktades den tekniska ledningen som en ingenjörsuppgift. Trävaruhantering, porslinsstillverkning, glasblåsning, papperstillverkning skedde i huvudsak i små enheter och hantverksmässigt fram till 1800-talets slut. Också i de större fabrikerna, inom tobaks- och textilindustrin, var behovet av teoretiskt skolade ingenjörer mycket litet. "Spinnmästare, upplärda av de män som införde de första utländska maskinerna, voro den tidens textilingenjörer", skriver Gårdlund i *Industrialismens samhälle*.⁽¹³⁾ Vid brukens järntillverkning leddes arbetet av smidesmästarna, och över dem stod bruksförvaltarna.

I början av 1800-talet uppstod dock, internationellt och i Sverige, teknologiska utbildningsanstalter som var inriktade på industrins, snarare än på militärväsendets, väg- och vattenbyggnadens och bergsväsendets behov. År 1828 bröts i Frankrike det statliga monopolet på ingenjörstiteln, då Ecole Centrale des Arts et Manufactures fick rätt att utbilda konstruktörer, mekanister, metallurger och kemister för näringslivets behov. I Österrike, Schweiz och de olika tyska staterna uppstod polytekniska institut av samma karaktär. Efter mönster av det österrikiska Polytekniska Institutet i Wien inrättades i Stockholm 1826 Teknologiska Institutet (TI), som skulle meddela undervisning åt industri och hantverk.⁽¹⁴⁾ Ett par år senare kom Chalmerska Slöjdskolan i Göteborg, med stöd av en privat donation.

Undervisningen vid TI skulle, enligt stadgarna, "i allmänhet vara mer populär och praktisk än strängt vetenskaplig". Standarden var låg och många av dess elever ägnade sig, liksom Chalmerska Slöjdskolans elever, åt annat än industri och hantverk. Gårdlund bedömer att dessa skolor hade en "viss betydelse för utbildningen av hantverkare och verkmästare, liksom ... som förutbildning för ingenjörernas praktiska studier och praktiska arbete".⁽¹⁵⁾ Ytterligare teknisk skolning i utlandet var inte ovanlig för de tidiga svenska verkstadsteknikerna.

Standarden vid Chalmers var från början relativt hög och kvalitén höjdes också från 1840-talet vid Teknologiska Institutet. Men de teoretiskt skolade ingenjörerna fann inte alltid genklang hos "det praktiska livets män". År 1855 grundades den första sammanslutningen bland TIs elever, Teknologernas förening. Dess syfte var att vinna förståelse för en högre utbildningsstandard bland ingenjörerna. Situationen vid denna tid beskrevs tjugo år senare (1877) av en samtida ingenjör: Då (på 1850-talet) var "uppfattningen av det industriella livets fordringar en annan än den nu rådande. Då visade sig i det praktiska livet ej ringaste benägenhet att

lyssna till vetenskapens lärdomar och praktiken hyste därför stort misstroende till varje teoretiskt-industriellt strävande.”(16)

Under den industriella utvecklingen efter 1870-talet blev ingenjörernas uppgifter allt fler, men ännu in på 1900-talet svarade inom många stora industrier de i huvudsak praktiskt utbildade verkmästarna för den tekniska ledningen. Vid sågverken, liksom inom textil- och beklädnadsindustrin litade man till de praktiskt kunniga förvaltarna och mästarna. Massatillverkningen skedde på grundval av praktiska försök, utan någon mer vetenskaplig kunskap eller metod.

Med götstålsmetodernas införande och den tilltagande driftskoncentrationen inom järnhanteringen skapades ett ökat behov av teoretiskt skolade tekniker, skriver Gårdlund. ”Bergsingenjörerna började ersätta äldre tiders bruksförvaltare, som icke längre kunde räcka till för de moderna storföretagen med deras masugnar, martin- och bessemerverk, valsverk, smidesverkstäder och olika hjälpavdelningar.”(17)

Men de teoretiskt-tekniskt utbildade ansåg sig fortfarande förbigångna. Vid en diskussion på Teknologmötet 1877 påpekades bekymrat att industriidkarna föredrog de praktiskt erfarna före de teoretiskt-tekniskt bildade. Dessutom beklagades att ”börsens representanter, kapitalets män, föga eller intet vore hemmastadda på det tekniska området” och därför hellre tog råd av en penningkunnig ”humbug” än ”en tekniskt bildad och skicklig person”. Också industriledarna behövde således en teknisk utbildning. ”Ju flere, som sålunda sökte göra sig hemmastadda inom det tekniska området, ju mindre blefvo bedragares och humbugsmakares inflytande derinom, till ovärderlig gagn för hela vårt lands industri”, menade en talare.(18)

Ingenjörer och tekniker hade således inte en självklar arbetsmarknad. De ansågs överkvalificerade för det praktiska arbetet i verkstaden, men ändå inte lämpade för ledning av industriföretag och järnverk. Där anställdes i stället köpmän, jurister och militärer och ingenjörerna klagade åtskilligt över att ”sakkunskapen” inte gavs den plats den förtjänade.(19)

Vid mitten av 1800-talet tillkom lägre tekniska skolor, tekniska elementarskolor med statligt stöd i Malmö, Norrköping, Örebro och Borås. De var tänkta att ge de tekniska kunskaper som var ”absolut nödvändiga för dem som ville ägna sig åt industriell verksamhet”.(20) Sambandet mellan dessa skolor och det statliga Teknologiska Institutet i Stockholm debatterades livligt. När Teknologiska Institutet fick en alltmer teoretisk inriktning från 1840-talet och sedan på 1870-talet omvandlades till en Teknisk Högskola, med motsvarande universitetsstatus, var detta dock inte på industrins tillrådan.

Det var i stället *statens* – förmodade eller verkliga – intressen som stod i förgrunden. De statliga, och så småningom även kommunala, åtagan-

dena för att skapa en infrastruktur till den expanderande industrin och handeln hade ökat behovet av ingenjörer. Inom järnvägs- och kanalbyggnad, telegrafväsende, kommunala vatten- och gasverk, stadsplanering osv anställdes från 1860-talet och framåt en mängd välutbildade ingenjörer.(21) Ingenjörerna själva, som nu var samlade i intresseföreningar, krävde å sin sida tillträde även till högre positioner inom statlig och kommunal verksamhet. Omvandlingen av den tekniska utbildningen för att ge den en status och organisationsform, som var jämbördig universitetens, var ett uttryck för denna utveckling och dessa ambitioner.(22) 1880 års folkräkning redovisar inom byggnadsfacket drygt 1 000 civilingenjörer, ritare och ritarelever. Om den tekniska personalen inom övriga branscher ges inga upplysningar.

Mellan åren 1850 och 1880 hade dock bortåt 3 000 personer utexaminerats från olika tekniska skolor. 1890 och 1900 års folkräkningar lämnar bättre besked: antalet "ingenjörer" anges där vara 2 000 respektive 4 700, siffror som dock verkar tagna i underkant.(23)

Sådan var situationen vid 1800-talets slut. Vi har nu kommit till den period då "den andra industriella revolutionen" började komplettera och delvis överflygla den i Sverige senkomna "industriella revolutionen".(24) Jag skall ta upp tre drag i sekelskiftets industriella omvandling, vilka påverkade behovet av ingenjörer: industristrukturens, kunskapens och den industriella tillverkningsprocessens omvandlingar.

Sverige blir ett industriland

Åren 1890–1913 kan betraktas som den stora industrialiseringsperioden i svensk historia. Industrins andel av BNP (bruttonationalprodukten) fördubblades till 28 %, medan jordbrukets sjönk till mindre än 25 %. Industriproduktionens tillväxt var mycket snabb.(25)

Under denna period fastslogs den *industriella inriktning* som svensk industri har än idag. De branscher som lagt grunden till den svenska industrialiseringen, sågverken och bruksföretagen, minskade i relativ betydelse. Skogsråvan vidareförädlades nu till massa och papper. En gruvindustri växte fram och järn- och stålindustrin övergick till produktion av stenkolsbaserad götstål som dessutom i allt högre grad vidareförädlades inom landet i manufaktur- och verkstadsindustri.

En rad viktiga innovationer inom verkstadsindustrin – kullager, telefoner, fyrar, separatorer – satte sin prägel på dess produktion och export. Den elektrotekniska industrin byggdes ut, också den till stor del på grundval av svenska innovationer.

De enda mer betydande förändringar i industrins branschstruktur

sedan denna tid, har — förutom den kemiska industrins framväxt — varit verkstadsindustrins ökande betydelse på bekostnad av teko- och trävaruindustrin.

Denna utveckling speglas delvis i ingenjörsarbetet. Verkstadsindustrin har dominerat arbetsmarknaden för de industrianställda ingenjörerna. Samtidigt har den, som historikern Rolf Torstendahl visat, i hög grad fungerat som en sorts "plantskola" för unga tekniker och ingenjörer. Deras första anställning efter examen har i regel varit inom verkstadsindustrin som gav erfarenhet inför kommande arbetsuppgifter.(26)

Den tilltagande förädlingsgraden inom industrin och uppkomsten av nya, *vetenskapsbaserade teknikområden*, påverkade också behovet av ingenjörer. Nya ämnen infördes vid de tekniska elementar- och högskolorna, och antalet studieplatser utökades. Alla skolformer var föremål för utredningar i olika omgångar under 1900-talets första årtionden. Med tiden blev också industrins och kapitalets representanter intresserade av att sätta sin prägel på undervisningen. (Mer om detta i kapitel 11.)

Den tredje viktiga förändringen rör själva *tillverkningsprocessen*. De nya storföretagen inom verkstadsindustrin specialiserade sig på tekniskt avancerade produkter som såldes på världsmarknaden. Tillverkningen kunde ske i långa serier. Till hjälp fanns tidigt ett väl utbyggt försäljningsnät. De utbildade teknikerna knöts till dessa expansiva, internationellt inriktade storföretag.

Sverige drogs kring sekelskiftet in i en internationell konkurrens, där kravet på låga kostnader och kommersiella och tekniska försprång blev allt starkare. De tekniska impulserna kom från nya industriella stormakter, Tyskland och USA. Vid 1900-talets början hade många verkstadschefer och ingenjörer studerat i USA. De amerikanska idéerna om mass-tillverkning och "rationell arbetsledning" fick gensvar bland modernt inriktade ingenjörer och industrimän. Alltfler områden inom industri och statsapparat kom att ses som ingenjörsuppgifter, som krävde ingenjörens rationella ordnande och analytiska inställning till problemen. Den mer omfattande rationaliseringen av näringsliv och företagsstruktur skulle dock dröja till mellankrigstiden, och i många fall till ännu senare.(27)

Mellankrigstiden

Det första världskriget gynnade svenska rustningsindustrier, som verkstads- och järn- och stålindustrin. Vinsterna var stora, men under ytan fanns problem. Ett första bakslag inträffade 1917, då avspärningen och den ryska marknadens bortfall halverade den svenska exporten. Krigs-

årens spekulationer och felinvesteringar var en viktig orsak till den djupa kris som kom 1921. Det var främst järn- och stålverken, men även verkstadsindustrin som påverkades. Som mest gick närmare en tredjedel av de kollektivanställda arbetslösa 1921. Många företag lades ner.(28)

Också ingenjörer och tekniker drabbades av arbetslöshet. Det var ju traditionella ingenjörsindustrier som hade problem. Antalet tekniker och arbetsledare inom industrin sjönk under 1920-talets första år, om än ej så drastiskt som arbetarpersonalen. Många nyutexaminerade civilingenjörer gick arbetslösa, och vid bruken var situationen svår också för äldre ingenjörer och brukstjänstemän.(29)

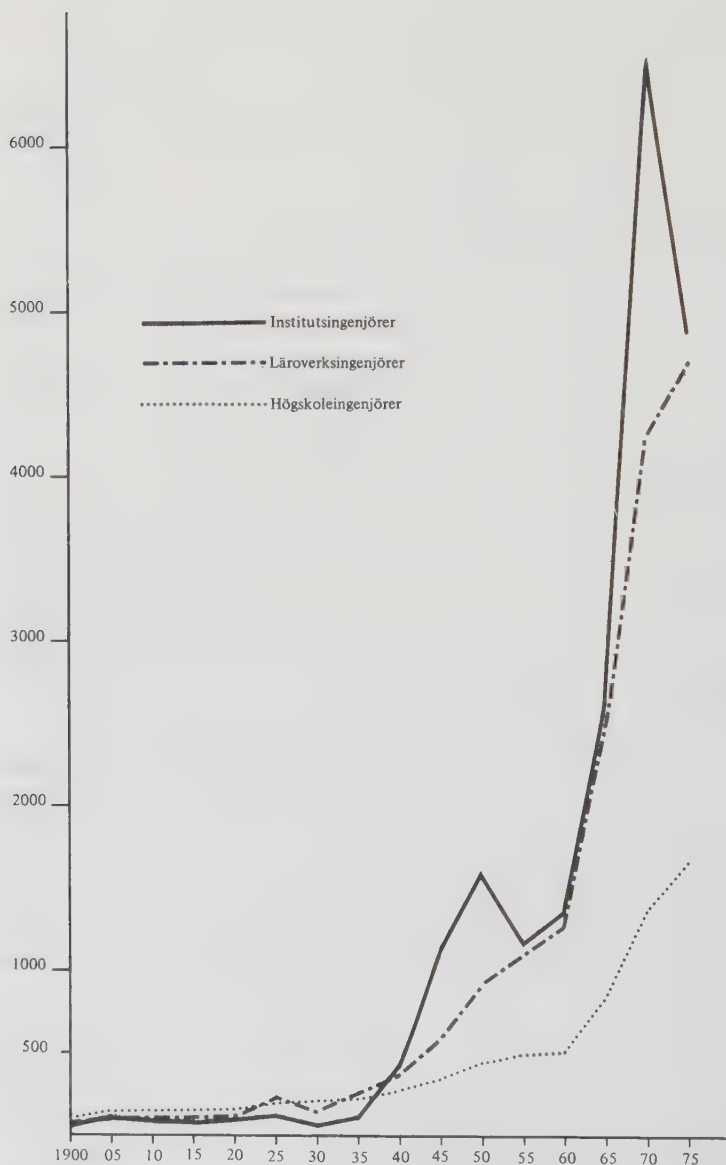
Under återstoden av 1920-talet rekonstruerades företagen, finansiellt och tekniskt. När den internationella depressionen nådde Sverige kring 1930 kom näringslivet att påverkas relativt lindrigt, kanske just på grund av 1920-talets rationaliseringar.(30) År 1933 inleddes en konjunkturuppgång som fortsatte fram till andra världskriget. Till skillnad från situationen både före första världskriget och under 1920-talet var det framför allt hemmamarknaden som expanderade. Bostadsbyggandet, konsumtionsvaruindustrin men även verkstadsindustrin expanderade.

Arbetslösheten var som störst 1933. Trettiotalskrisen innebar en stagnation i antalet tekniker och arbetsledare inom industrin; någon nedgång som på 1920-talet var det emellertid inte fråga om. Strukturomvandlingen och centralisationen av kapitalet till större och mer anonyma enheter upplevdes dock som besvärlig av många tjänstemän. Det är under dessa år i början av 1930-talet som tekniker och kontorsanställda börjar slå sig samman i fackföreningar för att förbättra sina löner och arbetsförhållanden (se vidare kapitel 11 och 12).

Antalet "ingenjörer" var enligt 1940 års folkräkning bortåt 24 000. Mer än hälften av dem (55 %) var anställda inom industri och hantverk. Med "ingenjörer" avsågs de med viss utbildning. De som ägnade sig åt tekniskt arbete, men inte hade ingenjörsutbildning, förefaller ha varit ett tiotal tusen personer till.(31)

Vi kan med hjälp av olika folkräkningar och utredningar få en uppskattning av hur utbildningen av ingenjörer förändrats under åren. Vid 1930-talets mitt utgjorde högskoleingenjörerna bortåt 40 % av de utbildade ingenjörerna.(32) Först vid denna tid började examinationen av läroverksingenjörer permanent överstiga examinationen av högskoleingenjörer. (Se figur 7:1, s 126). Under 1930-talet inrättades också många lägre tekniska skolor och institut, som drevs av kommuner eller privatintressen. Deras antal skulle expandera kraftigt under krigsåren och efterkrigstiden.(33)

Figur 7:1. Årligen utexaminerade högskole-, läroverks- och institutsingenjörer 1896/1900 till 1971/75. Femårsgenomsnitt.



Källor: se Appendix.

Olika rationaliseringsåtgärder blev mer allmänna under mellankrigstiden. För ingenjörerna innebar de, enligt en av "rationaliseringsrörelsens" pionjärer i Sverige, överingenjör Tarras Sällfors, att "en ny industriell era" öppnats i landet.(34) Mekaniseringen av tillverkningen, införandet av löpande band, användningen av tids- och metodstudier osv innebar, med ett marxistiskt språkbruk, en mer markerad "reell underordning" av arbetaren under kapitalet. I denna industriella omdaning fick ingenjörerna delvis nya arbetsfält. Administrativa och produktionsledande uppgifter tillkom, framför allt för de högutbildade teknikerna. Ingenjörerna sågs dessutom som ett slags rationaliseringsexperter, vilkas kunskap kunde tillämpas inom all produktion och i alla branscher, oberoende av konkret teknik. Tarras Sällfors sammanfattade utvecklingen vid ett sammanträde för Chalmerssakkunniga i februari 1935:

"Tidigare hade det varit vanligt, att civilingenjörerna huvudsakligen sysselsattes med ritkontorsarbete och andra uppgifter vid produkternas konstruktiva utformning. Driften i fabriken hade i många, kanske i de flesta fall, anförtratts åt ingenjörer med mindre grundlig utbildning . . . I och med den nya industrierans intåg visade det sig emellertid att civilingenjörerna på grund av sin grundligare utbildning vore mer skickade än sina kolleger från de lägre tekniska skolorna att även taga hand om fabriksdriften och andra ingenjörsuppgifter inom industriföretagen."

På detta sätt hade inte bara produktionsledning blivit en avancerad ingenjörsuppgift utan även försäljning, reklam, försäkringsuppgifter m m. Också i branscher och industrier av mindre avancerat tekniskt slag hade "ingenjörsblicken" och den goda "analytiska inställning" som civilingenjörerna stod för blivit alltmer väsentlig. Man hade, med Sällfors ord, "funnit det mera ekonomiskt att anställa en civilingenjör för att lösa /tekniska och tillverkningsekonomiska/ problem och omhändertaga driften, än att anförtra fabrikationen endast åt underbefäl med en mer eller mindre slentrianmässig blick på dessa problem."(35)

Efterkrigsexpansionen

Den svenska ekonomin expanderade snabbt efter andra världskriget. I Sverige fanns ett uppdämt konsumtions- och investeringsbehov och på den internationella marknaden var konkurrensen ännu obetydlig.

Under 1940-talet ökade också antalet ingenjörer och tekniker kraftigt i svensk industri. I figur 7:1 framkommer den ständigt stigande examinationen av högskole- och läroverksingenjörer. Men dessa skolors kapacitet räckte inte till. En mängd ingenjörer och tekniker utexaminerades under 1940-talet och även därefter från privata och kommunala

tekniska institut samt korrespondensinstitut. Under 1940-talet mer än fördubblades antalet tekniker i industrin. Även arbetarantalet och antalet arbetsbefäl steg, om än långsammare än antalet tekniker. "Teknikertätheten", mätt som antalet tekniker/1000 arbetare, ökade från 53 år 1939 till 97 år 1950.(36)

Koreakrisens år och stora delar av 1950-talet innebar en mer måttlig tillväxt i den svenska ekonomin. Men behovet av tekniker ökade fortfarande, och vid 1950-talets slut talade man t o m ofta om en kommande eller hotande "teknikerbrist". Alla tänkbara reserver, inklusive kvinnor, arbetare och invandrare, diskuterades för att lösa bristen på tekniker och ingenjörer i den svenska ekonomin.(37) Under åren 1958–62 var investeringen kraftig i industrin. Denna expansion sammanföll med att produktionen försköts mot de mest högproduktiva branscherna. Industrins produktivitet kom därför att öka snabbare under perioden 1960–65 än under något annat skede i modern tid.(38)

Dessa år var också den största expansionsperioden för ingenjörer och tekniker i Sverige. Som framgår av Tabell 7:1 tillkom ca 17 000 tekniker i den svenska industrin mellan 1960 och 1965. Ökningen fortsatte under de följande åren om än i minskad takt. Under denna period stagnerade mängden arbetsbefäl. Från 1960-talets mitt började arbetarantalet

Tabell 7:1. *Grupper av s k förvaltningspersonal inom gruv- och tillverkningsindustrin 1939 samt 1950–75. Tusental.*

	1939	50	55	60	65	70	75
Tekniker	12	30	42	46	63	72	78
Arbetsbefäl	15	31	35	39	44	44	39
Kontorspersonal	42	71	80	100	125	116	120

Källor: 1939: Nyvander, a a, 1950–75: SOS för respektive år. Siffrorna korrigerade efter 1965 års näringsindelning (el-, gas- och vattenverk ej med). Siffrorna från 1970 och 1975 ej helt jämförbara med de tidigare. I kontorspersonal ingår även resande o dyl.

att minska i den svenska industrin. Den ökade "teknikertätheten" från 124 år 1960 till 173 per 1 000 arbetare tio år senare skedde därför under helt andra betingelser än under tidigare perioder.(39)

"Åren kring mitten av 1960-talet framstår som något av en brytpunkt i Sveriges industriella utveckling under efterkrigstiden." Det konstaterar Ingenjörsvetenskapsakademien och Industrins utredningsinstitut i en gemensam rapport från 1979.(40) Den internationella konkurrensen hårdnade, samtidigt som den svenska ekonomins utrikeshandelsberoende ökade. Så exporterades 1977 ca 50 % av verkstadsindustrins brutto-

Tabell 7:2. Andelen tekniskt utbildade med olika utbildningsbakgrund 1935–70. Procent.

	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970
Civilingenjörsnivå	38	31	25	20	18	20	18	16
Gymnasieingenjörsnivå	50	45	39	35	35	28	31	35
Institutsingenjörsnivå	12	24	36	45	47	52	51	49
Totalt	100	100	100	100	100	100	100	100
Samtliga	17 000	23 000	32 000	47 000	58 000	79 000	100 000	136 000

Källor: 1935, 1945: Civilingenjörsförbundets tidskrift nr 8/1958 s 141; 1940, 1950, 1955: SOU 1959:45 s 66; 1960, 1965, 1970: SOU 1971:62 s 224 Tabell 8.

produktionsvärde, mot ca 30 % år 1965. Den totala industrisysselsättningen i Sverige minskade under 1960 och 70-talen, medan antalet anställda i svenska utlandsföretag mer än fördubblades (1960–74).

Krisen i den svenska ekonomin visade sig för det tekniska arbetets del i mitten och slutet av 1960-talet då en del nyutexaminerade tekniker och arkitekter, men också bortrationaliserade äldre, hade svårt att få arbete. Korttidsutbildade tekniker från teknikerbristens år återgick till de arbetarjobb de haft tidigare.(41) Den tidigare expansionen var således bruten. Under 1970-talets första år stagnerade antalet tekniker inom industrin. I nästa avsnitt skall vi se mer i detalj på situationen idag.

Sammanfattning

Antalet personer med tekniskt arbete har expanderat mycket kraftigt under 1900-talet. Siffrorna från före andra världskriget är osäkra och ofullständiga. Men troligtvis har totalantalet i tekniskt arbete gått från några tiotal tusen på 1930-talet till bortåt 300 000 vid 1970-talets slut. Idag ägnar sig ungefär 8 % av den förvärvsarbetande befolkningen åt tekniskt arbete. På 1930-talet var det högst 1,5 %.(42)

Antalet med någon typ av formell teknisk utbildning har också expanderat, från ca 17 000 i mitten av 1930-talet till bortåt 140 000 år 1970.(43) Civilingenjörerna har ungefär tredubblats, medan antalet ingenjörer med gymnasie- eller institutionsutbildning har tiodubblats. Högskoleingenjörerna utgör därför idag bara 16 % av ingenjörerna år 1970 mot 38 % före andra världskriget (se Tabell 7:2 s 129). Fortfarande har dock ca hälften av dem i tekniskt arbete inte någon formell ingenjörsutbildning alls.

Dagens ingenjörsarbete

Jag skall i ett par avslutande avsnitt söka sammanfatta ingenjörsarbetets omfång och inriktning idag. Vi har noterat att omkring 8 % av den förvärvsarbetande befolkningen ägnade sig åt tekniskt arbete år 1975 (för definitioner se nedan och Appendix). Det innebär bortåt 280 000 personer. De flesta av dem (90 %) är män.

Jag skall först se på situationen allmänt, och därefter gå in på den typ av arbete och de positioner som de tekniskt arbetande innehar inom gruv- och tillverkningsindustrin. Jag koncentrerar mig på industrin av två skäl: dels för att den är viktig i sig, som arbetsgivare och som utvecklingsplats för ny teknik, dels för att merparten av det tekniska arbetet

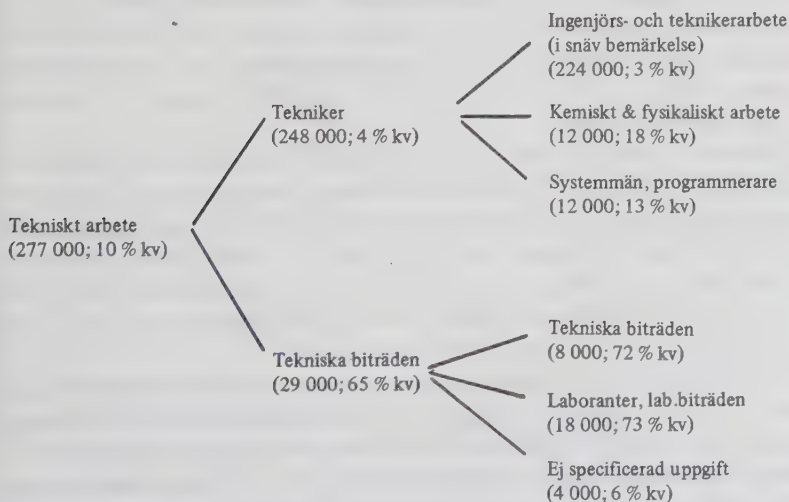
inom stat och kommun är riktat mot industrin och dess behov av infrastruktur, kunskap och arbetskraft.

När jag nu först skall beskriva det tekniska arbetet på samhällsnivå kommer jag att göra en uppdelning av det "tekniska arbetet" i dess beståndsdelar. Den terminologi som då introduceras kommer jag att utnyttja där precision är viktig. I andra sammanhang kommer jag emellertid att använda begreppen "tekniker" och "ingenjörarbete" på ett vagt, men förhoppningsvis ej missvisande sätt.

Samhällsnivå

Idag sysselsätts bortåt 280 000 människor i tekniskt arbete. Som jag ser det, kan dessa delas in i två grupper: en mycket stor grupp (ca 89 %) som bäst kallas *tekniker* och en mindre grupp (ca 11 %) som jag kallar *tekniska biträden*.(44) Dessa två grupper består i sin tur av olika undergrupper. Deras antal och inriktning framgår i figur 7:2. Vi ser där att nästan alla tekniker är män och de flesta tekniska biträden är kvinnor.

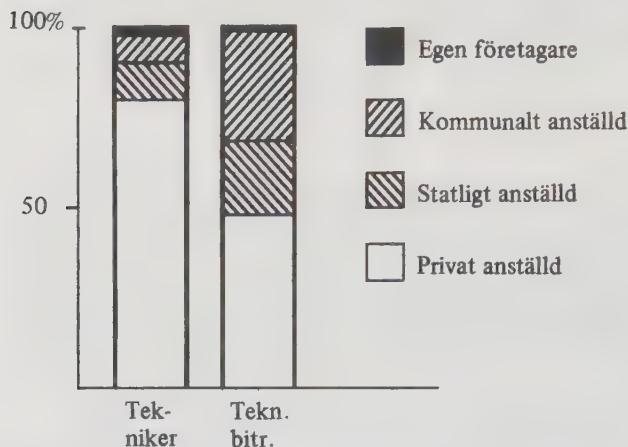
Figur 7:2. *Det tekniska arbetets sammansättning. Antal individer (avrundat till jämna tusental) samt frekvens kvinnor i varje grupp. År 1975. Den bestämda betydelse vissa begrepp gives i figuren motsvarar ej dess mer vaga användning på andra ställen i texten.*



älla: FoB 1975, del 6:2 tabell 13.

Tekniker och tekniska biträden har delvis olika slags arbetsgivare. Den stora majoriteten tekniker säljer sin arbetskraft till privata arbetsköpare. De tekniska biträdena återfinns lika ofta i den offentliga sektorn som i den privata. Figur 7:3 ger fördelningen år 1975.

Figur 7.3. Anställningsförhållanden för tekniker respektive tekniska biträden 1975.



Källa: FoB 1975 del 6:2 Tabell 14.

De viktigaste näringsgrenarna för teknikerna var 1975 verkstads- och elektroindustrin med 28 % av teknikerna, byggnadsverksamhet (15 %) samt uppdragsverksamhet och maskinuthyrning (11 %). De tekniska biträdena fanns då främst inom offentlig förvaltning (16 % av samtliga), i undervisning och forskning (14 %) samt inom verkstads- och elektronikindustrin (12 %).(45)

De flesta tekniker ägnar sig åt mekaniskt (33 %) eller byggnadstekniskt (22 %) arbete (då är också arkitekter inräknade). Den "andra industriella revolutionens" teknikområden, elkrafts- och teletekniskt arbete samt kemitekniskt arbete stod 1975 för 17 % respektive 9 %. Systemmän och programmerare som representerar en teknik som vuxit fram sedan andra världskriget utgjorde då ca 5 % av teknikerna. Resten var trätekniker, textiltkniker, metallurger m m.(46)

Det finns inga kompletta uppgifter om hur många tekniker eller tekniska biträden som ägnar sig åt *militärt* inriktat arbete. Ca 31 400 personer kunde 1973/74 uppskattas direkt eller indirekt vara sysselsatta i försvarsmaterialproduktion inom landet, varav 27 500 i tillverkningsindustrin. Med en antagen teknikerandel på 20 % – vilket inte verkar orimligt med tanke på att det rör sig om teknikintensiv produktion och att

verkstadsindustrin har en andel på 16 % – får vi en siffra på ca 4 400 personer. Denna är troligen i underkant. Enbart flygindustrin använde 1975 3 220 manår för militärt utvecklingsarbete (34 % av totalt 9 320 manår). Mer än hälften av dessa (57 %) kom på Saab-Scania i Linköping del (1850 manår). Därefter kom Volvo Flygmotor i Trollhättan med 13 % (417 manår), L M Ericsson i Mölndal (291 eller 9 %) och Saab-Scania i Jönköping (230 eller 7 %).(47)

Indelningarna ovan är mycket vida. Dagens mekaniske ingenjör utför inte samma arbete som sin kollega för 20 eller 40 år sedan. Ständigt ny teknik har tvingat till vidareutbildning och specialisering. Helt nya arbetsområden har uppstått och många tekniker sysslar idag med frågor och problem som ej har ingått i teknikernas ”traditionella” uppgifter.

Mot denna bakgrund förefaller ingenjörsarbetet ha blivit mer diffust under efterkrigstiden. ”Ända in i 1940–50-talet var ingenjörsarbetsuppgifterna av den arten att det gick att definiera dem någorlunda”, skriver Ingenjörssamfundets chef 1972. ”Fram till dess kunde man också av det skälet utbilda en person till ’färdig’ ingenjör, dvs färdig så tillvida att han visste vad han skulle göra och kunde snabbt sättas in i produktivt arbete. Utbildningen var alltså en ren yrkesutbildning.” Dagens ingenjörer har både en utbildning och en arbetsmarknad som är betydligt mer differentierad och svårdefinierad.(48)

Sammanfattningsvis finns idag (1975) ca 250 000 tekniker i det svenska samhället. De flesta är män. De arbetar främst inom privat tillverkningsindustri eller i byggnadsverksamhet. Att verkstadsindustrin och elektroindustrin är de viktigaste arbetsgivarna märks på arbetsinriktningen; hälften av alla tekniker sysslar med mekaniskt eller eltekniskt arbete. Inom dessa industrigrenar utgör teknikerna ca 16 % av totalantalet anställda.(49)

De tekniska biträdena, som utgör ca 11 % av samtliga med tekniskt arbete, är i huvudsak kvinnor. De finns i lika hög grad inom privat som offentlig sektor. Arbete inom offentlig förvaltning, undervisning och forskning är, relativt sett, viktigare för dem än för teknikergruppen.

Tekniskt arbete inom industrin

Mer än hälften av alla tekniker, eller 133 831 personer, fanns 1975 inom gruv- och tillverkningsindustrin.

Jag skall ta upp deras expansion i förhållande till andra grupper i företagen; vilka branscher de befinner sig i; vilka konkreta arbetsuppgifter de har; vilket slags hierarkisk uppdelning mellan arbetsuppgifter man kan finna inom industrin.

Vi har tidigare noterat expansionen av antalet tekniker inom industrin. Teknikernas andel av de anställda har ökat. Tabell 7:3 (se s 135) visar vad industristatistiken kallar "den tekniska personalens" tillväxt inom gruv- och tillverkningsindustrin under åren 1915–75. Denna grupp inkluderar förutom s k teknisk driftspersonal (vilket torde vara ungefär det samma som vad jag tidigare kallat "ingenjör- och teknikerarbete") även t ex arbetsledare. Tabellen ger dock en ungefärlig uppfattning om förändringarna sedan första världskriget.

I tabell 7:1 (s 128) såg vi att teknikergruppen inom industrin ökat betydligt mer än t ex arbetsledarna sedan andra världskriget. Från att ha utgjort ca 16 % av industrins tjänstemän eller "förvaltningspersonal" före kriget ökade teknikerna sin andel till 21 % 1950, 26 % 1965 och 30 % år 1975.(50)

Denna expansion skedde som jag visat tidigare främst i två etapper: under 1940-talet samt i början av 1960-talet. Men också på 1950-talet ökade teknikernas antal inom industrin.

Branscher

Nästan tre fjärdedelar av alla industritekniker fanns 1975 i de "klassiska" svenska industrigrenarna, nämligen metall- och verkstadsindustrin samt massa- och trävaruindustrin.(51) Mer precist fanns då, av de sammanlagt bortåt 134 000 teknikerna i gruv- och tillverkningsindustrin:

- 18 % (24 000) inom maskinindustrin
- 15 % (20 000) inom transportmedelsindustrin
- 14 % (19 000) inom elektroindustrin
- 8 % (11 000) inom metallvaruindustrin
- 7 % (9 000) inom metallframställning
- 5 % (6 000) inom massa- och pappersindustrin
- 5 % (6 000) inom trävaruindustrin.

Man kan se på fördelningen på ett annat sätt. Andelen tekniker varierar mellan branscherna. Under så gott som hela 1900-talet har det funnits en uppdelning i tre typer av branscher, som haft olika "behov" av tekniker för sin produktion.(52)

(1) En grupp med "teknikertäta" branscher. Häri ingår kemisk-teknisk industri samt gruv- och metallindustrin. År 1975 fanns här mer än 150 tekniker per 1 000 arbetare.

(2) En mellangrupp, vari ingår jord- och stenindustri, läder-, hår- och gummiindustri, pappers-, massa- och grafisk industri. År 1975 fanns

Tabell 7:3. "Teknisk personal" i gruv- och tillverkningsindustrin 1915-75.

År	1915	1920	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975
Antal (tusental)	6	11	10	15	19	29	47	63	77	87	107	116	118
"Teknisk personal" per 1000 arbetare	17	27	25	34	40	53	75	97	114	124	144	172	173

Källa: SOS Industri 1915-75. Siffrorna är korrigerade efter 1965 års näringsindelning (el-, gas- och vattenverk ej med). Siffrorna från 1970 och 1975 ej helt jämförbara med övriga.

här mellan 50 och 100 tekniker på 1000 arbetare.

(3) En "teknikerfattig" grupp, vari ingår livsmedelsindustrin, träindustrin samt textil- och beklädnadsindustrin. År 1975 fanns färre än 50 tekniker på 1 000 arbetare.

Inom varje bransch skiljer sig dock små företag från stora, och branscher med många småföretag – som trä- och textilindustrin – har relativt få tekniker.(53)

Arbetsuppgifter

Med hjälp av den gemensamma lönestatistiken för tjänstemän som ges ut av Svenska Arbetsgivareföreningen (SAF), Svenska Industritjänstemannaförbundet (SIF), Svenska Arbetsledareförbundet (SALF) och ett par organisationer till, skall jag ge en bild av hur de tekniska arbetsuppgifterna fördelas inom industrin (se Appendix för diskussion om statistiken).

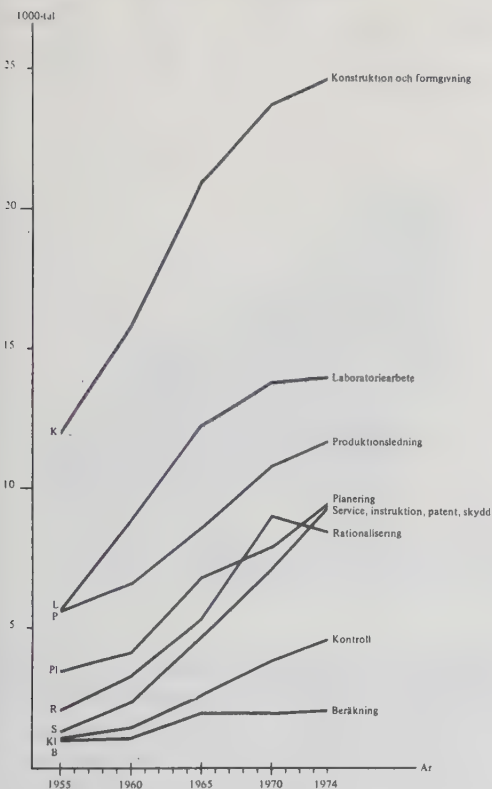
Jag har ur lönestatistiken tagit fram uppgifter om vad som förefaller vara de sju viktigaste tekniska arbetsområdena inom de företag som tillhör SAF. Figur 7:4 (se nästa sida) visar på den starka ökningen av samtliga grupper sedan 1955.

Tabell 7:4 (s 138) antyder att det tekniska arbetets inriktning delvis förändrats sedan 1950-talets mitt. Visserligen utgörs de viktigaste arbetsuppgifterna både 1974 och 1955 av konstruktionsarbete, laboratoriearbete och produktionsledning. Men framför allt konstruktionsarbetet har minskat och vissa nya områden har expanderat, vilket har medfört en större spridning på arbetsuppgifter. Det är teknisk service och instruktionsarbete som ökat kraftigt. Rationaliseringsarbetet (som före 1958 benämndes tids- och metodstudier) ökade starkt till 1970-talet början. Sedan dess har det minskat något, främst på grund av att de lägre befattningsskikten (tidsstudiemännen) markant har gått ner. En viktig orsak torde vara den ökade automatiseringen av produktionen, som gjort tidsstudier av enskilda arbetsuppgifter överflödiga.

Om arbetsområdenas innehåll är det givetvis svårt att säga något generellt. I kapitel 8 och 9 skall jag diskutera det viktigaste tekniska arbetet, konstruktionsarbetet, mer i detalj.

Här skall jag bara ges ett par indikationer på skillnader mellan de olika arbetsområdena. Vi kan först se på *könsfördelningen*: De flesta tekniska arbeten inom industrin är helt mansdominerade. Mer än 98 % av dem som innehar dem är män. Undantagen är laboratoriearbete med 16 % kvinnor samt konstruktion och formgivning med 7 % kvinnor (1974). Då är att märka att i denna statistik ingår också tekniska biträden. I

Figur 7:4. *Expansionen av olika slag av tekniskt arbetande inom SAF-området 1955–1974. Tusental.*



Källa: SAF/SIF/SALF Lönestatistik för respektive år.

kapitel 9 återkommer jag till kvinnornas plats inom rit- och konstruktionsarbetet.

För det andra tycks vissa tekniska arbetsuppgifter kräva en hög andel ingenjörer, andra inte. Figur 7:5 (s 139) visar andelen civilingenjörer, gymnasieingenjörer och institutsingenjörer samt andelen med annan utbildning inom några arbetsområden.

Det tekniska arbetets hierarkiska indelning

I SAFs m fl lönestatistik är materialet bl a uppdelat efter hur svårt arbetet är. Med *arbetssvårighet* avses då "de sammanlagda krav som man ställer i ett visst arbete, t ex krav på kunskap/erfarenhet, krav på

Tabell 7.4. *Det tekniska arbetets fördelning på olika funktioner inom SAF-området. 1955-74. Procent.*

	1955	1960	1965	1970	1974
Produktionsledning	17	15	14	14	14
Beräkning	3	2	3	3	2
Laboratoriearbete	18	21	19	18	17
Konstruktion och formgivning	37	36	33	30	29
Rationaliseringsarbete	6	8	8	11	10
Planering	11	9	11	10	11
Kontroll	3	3	4	5	5
Service, patent-, instruktions- och skyddsarbete	4	5	7	9	11
Total	99	99	99	100	99
Samtliga	32 000	44 000	63 000	78 000	84 000

Källa: SAF/SIF/SALF Lönestatistik för respektive år. Statistiken lades om 1975, varför 1974 har valts som sista år. Siffrorna från 1955 är osäkra.

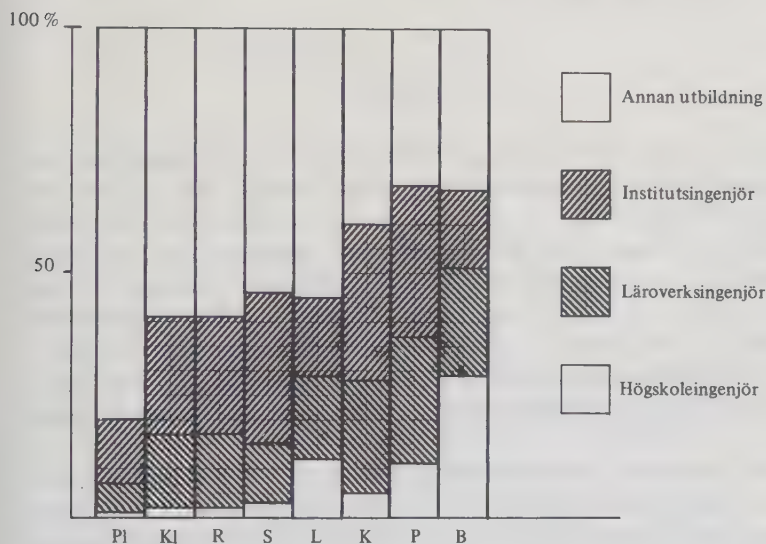
skapande insatser, arbetsdelning med personellt och ekonomiskt ansvar, art och omfattning av kontakter, mångsidighet i arbetsuppgifterna".(54)

Tjänstemannaaarbetet är uppdelat i sju grupper efter "arbetssvårighet", numrerade från 2 till 8. Uppdelningen tycks innebära, att ju högre upp i hierarkin man befinner sig (ju lägre siffra), desto större kontroll över det egna arbetet, desto större möjlighet till skapande, mångsidigt och självständigt arbete, samt desto större befälsrätt över andras arbete har man. Också löner och förmåner ökar. Omvänt är arbetsuppgifterna i skikten 7 och 8 underordnade, lågkvalificerade rutinarbeten, med låg lön och obetydlig självständighet. (Se tabell 7:5 s 139.)

Tabell 7:5 visar fördelningen på olika befattningsskikt 1960 och 1974 samt andelen kvinnor respektive år. Trots att antalet personer i tekniskt arbete nästan fördubblades under dessa år är fördelningen på befattningsskikt ganska stabil.

Det finns mycket få kvinnor i tekniskt arbete inom industrin, omkring 5 %. Ju längre ner i hierarkin vi kommer, desto fler kvinnor finns det. Kvinnorna gjorde inga som helst inbrytningar på de ledande eller självständiga positionerna under dessa år. I stället har de alltmer kommit att dominera i de allra lägsta skikten. I befattningsskikt 8, där ritbiträdes-

Figur 7:5. Utbildningsbakgrund för de tekniskt arbetande. SAF-området. 1969. Procent.



Källa: SAF/SIF/SALF Lönestatistik 1969. Se figur 7:4 angående förkortningarnas betydelse.

Tabell 7:5. Det tekniska arbetets fördelning på befattningsskikt inom SAF-området 1960 och 1974 samt andelen kvinnor inom olika befattningsskikt 1960 och 1974. Procent.

Nivå	Fördelning		Andel kvinnor	
	1960	1974	1960	1974
2	2	2	.	—
3	8	7	.	.
4	19	19	1	1
5	32	35	2	2
6	23	28	2	5
7	10	8	19	26
8	6	2	48	74
Totalt	100 (44 000)	101 (84 000)	6	5

Källa: SAF/SIF/SALF Lönestatistik för respektive år.

och laboratorieassistentjobben finns idag 3/4 kvinnor. Detta är arbetsuppgifter som männen överger – mindre än en procent fanns kvar där 1974 mot 22 % av kvinnorna.(55)

Sammanfattning

Jag har i detta kapitel gjort en historisk och statistisk genomgång av ingenjör- och teknikerarbetets utveckling i Sverige. Jag har följt det från dess förkapitalistiska ursprung, som ett arbete knutet till militären och till statens kårer av lantmätare och kartografer. Den tidiga anknytningen till bergsbruket noterades också. Under 1800-talet tillkom så de industriella uppgifterna, som i Sveriges fall varit mycket starkt knutna till mekanisk och elektroteknisk verkstadsindustri. Byggnads- och anläggningsverksamhet är andra viktiga arbetsuppgifter som vuxit fram i nära kontakt med kommunal service och privat uppdragsverksamhet.

Idag arbetar ca 8 % av den förvärvsarbetande befolkningen med tekniskt arbete. Nästan alla är män. De flesta arbetar inom privat tjänst. Knappt hälften finns inom gruv- och tillverkningsindustrin, där de klassiska svenska branscherna, byggda på skog, malm och vattenkraft, dominerar. De kvinnor som ägnar sig åt tekniskt arbete återfinns i underordnade biträdesarbeten i företrädesvis offentlig tjänst. Andelen kvinnor i tekniskt arbete ökar inte.

Det tekniska utbildningssystemet har byggts ut i flera etapper. På 1850-talet skapades skolor för industrins tekniker och på 1870-talet fick den existerande högre tekniska utbildningen status av högskoleutbildning. Expansionsperioder har därefter främst förekommit under 1940-talet, och framför allt, 1960-talet. Samtidigt har utbildningens differentierats på olika nivåer och ämnesområden.

8. Konstruktionsarbete I

I detta och nästa kapitel skall jag ta upp konstruktions- och ritarbetets innehåll och betydelse i svensk industri.

Jag vill knyta an till diskussionen i några tidigare kapitel. I kapitlen 5 och 6 hävdade jag att det finns ett speciellt ingenjörsmässigt sätt att skaffa kunskap och lösa tekniska problem. Modellbyggande, ritning och konstruktion gavs som exempel på denna metod. Somliga ingenjörer vill gå ännu längre. Konstruktion, "design" har setts som den gemensamma nämnaren för all teknologi. Förmågan att konstruera har ansetts som ingenjörarbetets *differentia speciae*: "Ingenjörarbetets kärna är konstruktion; att i sinnet planera en anordning eller process eller ett system, som effektivt kan lösa ett problem eller uppfylla ett behov", som en ingenjör uttryckte det.(1) Ideologiskt har detta också uttryckts i medlemskraven för många amerikanska ingenjörssällskap, där "konstruktionsförmåga" var inskrivet i stadgarna.(2)

Samtidigt måste man se att denna förmåga används i ett ekonomiskt och socialt sammanhang som färgar dess uttrycksmöjligheter. I kapitel 5 betonades de externt givna kraven på arbetet. Problemlösandet sker inom givna ramar, där tid och kostnader spelar en central roll. Ramarna är i sin tur givna av den kapitalistiska konkurrensen om marknader och vinstmöjligheter. I kapitlen 3 och 4 diskuterades just hur konstruktionen av nya produkter och processer styrs av kapitalets krav på räntabilitet och maximalt utnyttjande av arbetskraft och kapital.

I det här kapitlet skall jag studera konstruktions- och ritarbetets plats på företagen. I nästa kapitel skall jag gå in på konstruktions- och ritarbetets egen arbetsprocess och se hur det förändrats organisatoriskt och tekniskt.

Jag vill i det här kapitlet visa på en dubbel historisk utveckling. Å ena sidan har allt fler uppgifter i framställningen av en produkt tagits ifrån den direkta producenten och lagts på konstruktions- och ritavdelningar. Å andra sidan har detta arbete alltmer integrerats i och underordnats företagets totala marknads- och produktstrategier. Vi skall följa denna

utveckling i fyra faser:

(1) en tidig industrialiseringsfas fram till ca 1880, där tillverkningen sker i små serier och med ett betydande mått av hantverksmässig utformning och justering. Standardisering, arbetsdelning och specialisering är obetydlig.

(2) En fas som markeras av framväxten av specialiserade, internationellt inriktade verkstadsföretag med en begynnande masstillverkning och standardisering samt en tendentiell avkvalificering och specialisering av den direkte producenten.

(3) En "rationaliseringsfas" från första världskriget och framåt. Den under den tidigare perioden påbörjade mekaniseringen och standardiseringen blir nu systematisk och kompletteras med organisatoriska, "vetenskapligt" utexperimenterade förändringar för att öka arbetsintensiteten och kontrollen över arbetskraften.

(4) En "integrations"fas, där maskinbetjäningen alltmer övertas av tekniska anordningar och arbetsfunktionerna ersätts av ett integrerat maskinsystem. Dessutom integreras nu produktframtagning och konstruktion hårdare med företagets övriga avdelningar och underordnas totala marknads- och konkurrensstrategier. Detta innebär bl a en rationalisering även av konstruktions- och ritarbetet. Denna fas inleddes, menar jag, i samband med att den internationella konkurrensens åter blev påtaglig vid 1960-talets början.

Det går givetvis inte att bestämma exakt när en fas börjar och en annan slutar; de överlappar betydligt. Kapitalismens utveckling är ojämn och olika industrier och branscher kan samtidigt vara i olika faser. Jag har här koncentrerat mig på arbetsprocessens förändringar inom verkstadsindustrin och då framför allt på de relationer som den direkte producenten har till produktionsmedlen. Andra periodiseringar är möjliga (se kapitel 3 och 4), men jag har funnit den här användbar för en diskussion om rit- och konstruktionsarbetets betydelse och karaktär.

Konstruktions- och ritarbete i de tidiga svenska verkstäderna

De flesta verkstäder som grundades under 1800-talet (fram till specialverkstädernas uppkomst vid seklets slut) var av vad jag tidigare kallat "engelsk" typ. De var mångsysslande företag, som tillverkade vad kunderna behövde. Någon masstillverkning var inte möjlig på grund av den begränsade marknaden och allmänhetens låga köpkraft. Dessutom begränsades marknaden av de dåligt utbyggda kommunikationerna.

Verkstadsteknik och -organisation avspeglade de primitiva förhållan-

dena. Även om svarv-, borr- och hyvelmaskiner och liknande tekniska nymodigheter blev allt vanligare under senare hälften av 1800-talet var dessa länge bara hjälpmedel för vissa delar av tillverkningen och inte grundvalen för en standardiserad produktion. Det yrkesskickliga handarbetet var en viktig del av tillverkningen. Fil och mejsel var outhärliga verktyg för att bearbeta buktiga ytor och komma åt i arbetsstyckets alla vinklar och vrår.(3)

Yrkesskickliga gjutare och mekaniker åtnjöt stort förtroende i denna typ av verkstäder. De enkla konstruktionsritningar som behövdes gjordes oftast av företagsledaren själv. Arbetsritningarnas grova mått kontrollerades med tumstock och krumcirkel. Hopsättningen av maskindelar fick ske med en hel del justeringsarbete.

Situationen vid Bolinders Verkstäder, den mest framgångsrika av de svenska verkstäderna fram till första världskriget, har skildrats av Torsten Gårdlund.(4) Hans bok ger intressanta inblickar i den tidens rit- och konstruktionsarbete. Företaget grundades 1845 och tillverkade bl a gjutjärnsprodukter, ångmaskiner, sågverksmaskiner och hela sågverksanläggningar. Under hela 1800-talet är det anmärkningsvärt hur få tjänstemän som fanns i verkstaden. Försäljnings- och räkenskapsarbetet var begränsat. Den tekniska ledningen sköttes i stort av bröderna Bolinder själva och i smått av förmännen på verkstadsgolvet. Bröderna Bolinder var arbetsledare, skötte kontakten med kunderna och stod för nykonstruktionen av anläggningar och maskiner.

Till hjälp fick de så småningom ett ritbiträde och efter hand fler ritare och verkmästare. En av dessa var E A Tidblad. Han har i minnesanteckningar skildrat hur han på 1860-talet började som teknisk medarbetare vid verkstaden: "År 1866, den 14 augusti, började jag som ritare på verkstaden vid ej fyllda 22 år; kom från Nyköpings mekaniska verkstad, som då upphört, där jag arbetat mest i verkstaden från 17 1/2 års ålder, men sista tiden på ritkontoret vid fartygsavdelningen."(5)

Vi kan notera att ritarens bakgrund var av praktiskt slag, eller som han själv påpekade: "Man fick vara med i tid då för tiden och icke gå i skola tills man var bortåt 25 år. Teoretisk kunskap fick man skaffa sig på lediga stunder och använda söndagarna."

Inte mycket längre skolbakgrund hade en annan av Bolinders ritare, J W Adén, som under många år skulle syssla med spisritningar och även sörja för företagets deltagande i olika industriutställningar. Som 15-åring började han 1873 sin anställning, efter rekommendation från överläraren vid Tekniska Skolan i Stockholm. Också Adén har skrivit ner sina minnen från denna tid:

"Mitt första arbete var att nere i verkstaden rita av en engelsk trähyvlingsmaskin,

som skulle moderniseras.

Efter ett halvt år flyttades ritkontoret en trappa upp. Gamla kontoret på n b blev då arkiv för ritningar. Där hade fabrikör Bolinder sin plats vid ett stort ritbord. Så en dag kom han upp och frågade mig om jag ville komma ned till honom och hjälpa till med ritningar för spisverkstaden. Det ville jag ju gärna, då jag hade stor lust för och även övat mig i ornamentritning, modellering samt cisellering. Då fick jag min plats vid ena ändan av hans skrivbord.

Fabrikör Bolinder önskade även, att jag skulle fortsätta att taga lektioner i de olika stilarterna samt i ytors utbredning, och då inga läroböcker funnos här i landet införskrevs de från Tyskland på skolans bekostnad . . . Nu ritades spisar, prydnadsgjutgoods, stallinredningar, kandelabrar, vattenkonster m m. Fabrikör Bolinder ritade även själv arbetsritningar.”(6)

Rit- och konstruktionsarbetet byggde ännu på en begränsad teoretisk kunskap. Det innehöll ett mått av konstnärlighet. Därom vittnar de från möbelkonsten eller arkitekturen hämtade ornamenten och formerna, inte bara hos spisar och parksoffor, utan också hos maskiner och bandsågar. Ritarbetets materiella bas var lika osofistikerad som dess intellektuella. Arbetsmiljön var enkel. Tidblad igen:

”Men ritkontoret det var mörkt, torrt och tråkigt, mörkblått papper att rita på för att spara ögonen, litet att göra och vad som gjordes kände jag ej till . . . Som sagt, ritkontoret var tråkigt, ingen enda bok fanns där och ingen hade en bok själv, men det fanns uppe hos herrarna. Själv hade jag med mig Nyströms Book of Mechanics and Engineering . . ., Moréns mekanik, Jonzons och Bernvallis maskinlära m m jämte en hel del anteckningar och några stulna kopior från Nyköpings Verkstad, så att man någorlunda kunde reda sig. Det fanns visserligen en bok, en cirkelareatabell med digniteter och rötter, men det var allt . . .

När man skulle ha blyertspennor och fjäderpennor att skriva med, fick man gå upp till Herr P Bolinder och anmäla detta. Han uppdrog då åt vaktmästare Redell att köpa en bunt i stöten i Åkermans kryddbod på Hantverkaregatan. Men snart sade jag till Herr P Bolinder, att jag skulle ha vitt papper att rita på, och jag fick naturligtvis det och jämväl löfte att vid behov rekvirera andra ritkontorsmaterialier som man behövde. Kopior gjordes på kalkerpapper, endast för avsända ritningar någon gång mer sällan på duk. Kalkerpapper tillverkades tills jag kom av ritkontoret självt medelst impregnering av s k silkespapper i ark.”(7)

Arbetsdelningen mellan konstruktion och tillverkning var begränsad i den tidiga verkstadsindustrin. Att på förhand precisera detaljer och toleranser var omöjligt med den tidens maskiner och mätinstrument. En betydande del av detaljkonstruktionen och den konkreta utformningen av en produkt lades på de yrkesskickliga arbetarna och verkmästarna.

Specialiseringen var begränsad också inom själva konstruktions- och ritarbetet. Så länge arbetet inte var så omfattande kunde företagsledare eller verkstadsingenjörer även göra tjänst som ritare.(8) Om det fanns anställda ritare, fick de också ofta sköta andra uppgifter på kontoret. Långt in på 1900-talet förekom s k ’blandade’ yrken vid mindre företag och vid brukens verkstäder. Svenska Brukstjänstemannaförbundets matrikel från 1910 vittnar om mångsyssleriet: kombinationer som ingenjör och bokförare, ingenjör och korrespondent var vanliga.(9) Själva

konstruktions- och ritarbetet var inte heller specialiserat. De ännu fåtaliga konstruktörerna fick ta itu med alla slags uppgifter, från järngrindar till ångmaskiner. De gjorde ofta hela arbetet, från själva utformningen av en ny maskin eller detalj till de ännu ganska ospecificerade arbetsritningarna.

Konstruktionsarbetet och produktionens begynnande mekanisering

Utvecklingen mot ett mer "amerikanskt" system inom verkstadsindustrin byggt på standardisering och masstillverkning påbörjades i Sverige vid 1870-talets början. Begynnelsen kom i Eskilstuna gevärsfaktori, som fått stora statliga beställningar. Sedan spreds denna de utbytbara delarnas teknik långsamt till de på 1880- och 1890-talet grundade specialverkstäderna. Den inhemska efterfrågan på cyklar, symaskiner, jordbruksmaskiner och järnvägsmateriel gav tillräckligt underlag för en serietillverkning. Exportmarknaden för separatorer och kullager blev kring sekelskiftet tillräckligt omfattande för att ge upphov till specialfabriker med standardiserad masstillverkning.(10)

De nya tillverkningsmetoderna byggdes upp kring fräsmaskinen, som kunde ersätta handverktygen vid bearbetning av komplicerade ytor, och kring en förbättrad svarvningsteknik. Revolversvarven var den stora nyheten. Genom dess rörliga del, revolvern, blev det möjligt att byta ut svarvens olika arbetsverktyg med ett enkelt handgrepp. Svarvtekniken förfinades även genom en differentiering med en mängd olika svarvtyper för olika ändamål. Slip- och smärgelmaskiner ersatte filen för den slutliga bearbetningen. Jämnheten och noggrannheten ökade.

I de "utbytbara delarnas teknik" krävdes noggrannare mätningar och dimensioner än förut. Nya mätverktyg utvecklades, av vilka C E Johanssons passbitar var av avgörande betydelse. Mätverktyg, jiggas och fixturer kunde ges en tidigare okänd precision.

Nu kunde komplicerade produkter tillverkas, vilkas delar kunde sättas samman eller bytas ut utan ett tidskrävande passnings- och justeringsarbete. "Maskinerna blevo inte längre individer utan kongruenta delar i en massproducerad serie", som Torsten Althin uttryckte det i sin bok om C E Johansson.(11) Alla led i tillverkningen kunde nu mekaniseras och bli föremål för den tekniskt-experimentella analys som jag beskrev i kapitlet 5 och 6.(12)

Ritningen fick därmed en viktigare och mer styrande roll. Maskindelar och komponenter kunde – och måste – tillverkas i enlighet med ritningens intentioner. "Ritningen skall betraktas som maskinens själ" som en

ingenjör uttryckte det i början av 1900-talet.(13)

Med ritningens hjälp kunde tillverkningen av olika delar av en produkt särskiljas och fördelas på olika verkstäder, men också på olika företag inom ett land eller t o m i skilda länder eller världsdelar. Denna utveckling inleddes i den amerikanska gevärstillverkningen vid 1800-talets mitt, och då av sekretessskäl. Tillverkningen skedde först utifrån verkliga gevärsdelar som kopierades i respektive verkstad. Efter hand blev det enklare att skicka ritningar av den komponent som skulle tillverkas. Ritningen blev ett instrument i det rumsliga åtskiljandet av de båda funktionerna konstruktion och tillverkning, liksom olika tillverkningsmoment. Samtidigt var den en nödvändig förbindelselänk dem emellan.(14)

Arbetsdelning och specialisering

Konstruktionsarbetet gjordes således genom teknikens utveckling mindre beroende av kontakten med verkstädernas yrkesarbetare. Dessutom fick det en viktigare och utökad roll, som förstärktes av 1890-talets och det begynnande 1900-talets industriella expansion. Delar av det intellektuella arbetet kunde utföras utanför den materiella produktionen, i de konstruktionsbyråer och arkitektkontor som nu blev allt vanligare.(15) Inom företagen inrättades speciella ritkontor eller utvidgades de gamla.(16)

Den begynnande arbetsdelningen mellan planering och konstruktion å ena sidan och tillverkning å den andra, framkommer i en artikel i *Industritidningen Norden* från 1887.(17) Här diskuterades "Den mekaniske ingenjören fordom och i våra dagar". Skribenten tog upp situationen trettio år tidigare och menade bl a att den mångkunnige mekanikern sedan dess utrotats genom införandet av specialmaskiner och den arbetsfördelning som dessa fört med sig. Sådär beskrevs verkmästarens insats i den gamla typen av verkstad:

"Vi kunna . . . ur minnet framkalla bilden af den högdragne gamle mekanikern, med pappershatten på hufvudet och glasögonen på näsan, med sina hårbevuxna händer och sina lappar på knäna, hvilka senare fingo emottaga intrycken av hans kritritningar, på golvet uppgjorda efter skisser ur hans flottiga anteckningsbok, medan en ung apprentis, hans biträde för tillfället, var sysselsatt med tillskärpning af de från elden i smideshärden oftast upphettade kritstyckena, hvilka måste hafva en skarp egg för att ritningen ej skulle blifva för otydlig."(18)

Men detta tillhörde en förgången tid. Nu hade det intellektuella momentet tagits ifrån yrkesarbetaren:

"Nu fördelas hans tankearbete . . . på flere händer, då numera alla ritningar, hvilka han förut själf utförde med krita på sina stora utslagsplan, uppgöras på ritkontoret

oftast af helt unga och dertill uppfostrade män . . .

Ritningarna lemnas nu från konstruktionskontoret ned till verkstadsbefälet, hvilket i sin ordning lemnar dem till förmännen för de olika afdelningarne inom etablissemmentet, af hvilka arbetet återigen efter ritningarna märkes upp för att sedan verkställas af de olika maskinerna.”(19)

Vid denna tid — slutet av 1880-talet — började ritningarna måttsättas. Tidigare hade man fått arbeta efter skala. Vi kan se på Köpings Mekaniska Verkstad, som var en pionjär både i införandet av amerikanska verktygsmaskiner och i egen konstruktion och tillverkning av svarvar och andra verktygsmaskiner. Här infördes tidigt mallar, ”måttmaskiner”, jigger och verktygsstandardisering som ett led i företagets effektivisering och övergång till masstillverkning. År 1889 övergick företaget till ett nytt ritningssystem, vars uppläggning man hämtat från USA. Det innebar att detaljerna ritades för sig så mycket som möjligt. Alla detaljer var dessutom fullständigt måttsatta. Ritningsformatet standardiserades till 300 x 450 mm. ”Ritningarna utfördes på papper, som sedan klistrades på papp, kantades med band och fernisserades för att bättre stå emot olja och smuts. Kopiering på kalkväv förekom ännu ej. Detta infördes några år senare 1891, då den formatserie fastställdes som gäller än i dag, ävensom ritningsnummerserien som ännu fortlöper”, skrev företagets historiker 1948.(20)

Skribenten i *Industritidningen Norden* såg en epok försvinna med de nya maskinernas intåg på företagen.(21) Ritkontoren blev en annan värld, skild från verkstadens och befolkad med vad skribenten kallade ”professionister”, med annan utbildning och erfarenhet än verkstadens folk. ”Dessa nutidens mekanikussar”, som han kallade konstruktörerna, byggde maskiner vilkas hela verksamhet vilade på en ”i maskinen förkroppsligad idé . . . medan arbetaren endast står bredvid och ser på huru maskinen utför sitt verk”. Arbetarens och framför allt den yrkesskicklige verkmästarens arbete utarmades: ”— detta nya slag af medtäflare har blifvit den intelligentas handtverkarens af gamla skolan fullkomliga ruin och tekniska dödsfiende.”

Från Amerika hämtades i början av 1900-talet idéer om ”systematiskt ritkontorsarbete”. Ordentliga ritningar och materialförteckningar antogs bättre kunna styra arbetet på verkstäderna och öka arbetsintensiteten.(22) En viktig grundprincip var då, påpekade en ingenjör 1903, ”att alla frågor skola afgöras i och alla instruktioner utgå från ritkontoret . . . — På ritkontoret skall sålunda bestämmas icke endast, huru hvarje detalj skall se ut och vara beskaffad . . . utan äfven hur och af hvem den skall tillverkas, samt när det hela skall vara fullbordat. Verkstadsarbetet skall uteslutande bestå i att följa gifna instruktioner, och just därför måste dessa instruktioner vara så fullständiga, att misstyding

eller tvekan ej kan uppstå, likasom ej heller tillfälle får lämnas till någon arbetare, förmän eller verkmästare, att själf bestämma öfver någon detalj, den må vara aldrig så liten eller obetydlig.”(23)

Men vid 1900-talets början var de flesta verkstäder ännu långt ifrån denna situation. Det stora flertalet mindre verkstäder hade ännu ej investerat i de nya verktygsmaskinerna.(24) Fullständiga ritningar och stycklistor var ovanliga: ”Många mindre och för den resten äfven större verkstäder förakta ritningens värde och rentaf förneka i många fall dess nödvändighet /klagade en ingenjör 1908/. På sådana håll betraktas ritkontoret som en börda, som en improduktiv inrättning, som man bör inskränka till det minsta möjliga.”(25)

Slutligen skall påpekas, att själva rittekniken ännu långt in på 1900-talet var outvecklad. Ritningarna visade det ideala tillståndet, men kunskapen om hur stora variationer från idealet som kunde tolereras var otillräcklig. I vissa fall dröjde det till andra världskriget innan den kunskapen utvecklats — då utifrån krigsmaktens speciella behov.(26) Toleranser och passningar skedde därför länge utifrån den praktiska erfarenheten. Verkmästarnas och maskinskötarnas kunskaper var således fortfarande oundgängliga.

Utbildningskrav

För att kunna arbeta som konstruktör eller ritare vid 1800-talets mitt var det nödvändigt med en gedigen praktisk erfarenhet. ”För trettio år sedan”, skriver skribenten i *Norden* år 1887, ”skulle det hafva betraktats såsom något orimligt, ifall någon skulle hafva velat göra anspråk på att kallas mekanisk ingenjör utan att hafva fullständigt genomgått alla graderna såsom mekanisk arbetare. Forntidens alla mera framstående ingenjörer och äfven många ännu lefvande sådana . . . kunde gjuta, smida, fila och svarfva . . . /de/ visste icke allenast huru ett arbete skulle göras, utan de kunde äfven sjelfva utföra det med sina händer”.(27)

Men med övergången till specialverkstäder förändrades kraven på den mekaniskt tekniske ingenjören: ”Han behöver numera /1887/ ej vistas i årtal inom verkstaden bunden vid städet eller skrufstrycket för att utbilda sig till en duglig ingenjör. Han utbildas nu i stället i särskilda bildningsanstalter under lärda professors ledning, der han oftast på en månad inhemtade mera än hvad hans föregångare genom sjelfstudier lärde sig på ett år”.(28)

1880-talets blivande ritare och konstruktörer hade större möjlighet än tidigare att få en grundlig teknisk utbildning. Teknologiska Institutet hade nyligen omvandlats till Teknisk Högskola med en status jämbördig

universitetens. Chalmerska slöjdskolan hade delats i en lägre och en högre avdelning, där den högre gavs en "vetenskaplig teknisk inriktning". På 1850-talet hade fyra tekniska elementarskolor inrättats med treårig utbildning på läroverksnivå. Dessutom fanns Bergskolan i Filipstad samt diverse tekniska kvälls- och söndagsskolor.

I yrkesvalsböcker från slutet av 1800-talet underströks behovet av en grundlig teoretisk skolning för verkstädernas ingenjörer: Ingenjörens bana går "i yttersta hand ut på att tillföra industrin och tekniken vetenskapens resultat och rön", påpekade L A Hubendick i *Hvad skall man bli?* från 1882. "Vid sin utbildning bör han därför först och främst vinnlägga sig om studiet av matematiken och naturvetenskaperna, främst mekanik, fysik och kemi."(29)

Elektroteknikens framväxt ökade rimligtvis kraven på teoretisk skolning. Sådan kunskap kunde svårligen inhämtas på verkstadsgolvet. Matematik och ritteknik var också viktiga ämnen för en blivande konstruktör, ansåg Hubendick. Med hjälp av dessa abstrakta kunskaper som kunde omsättas under varierande betingelser och för olika ändamål kunde teknikern bli oberoende av företagets och branschernas upp- och nedgångar.(30)

Med ändrad utbildning följde delvis annorlunda arbetsuppgifter, i synnerhet som industrin inte alltid krävde högre utbildning för ritarbetet. Många KTH- och Chalmersingenjörer hade under perioden före 1880 börjat sin karriär som ritare eller ritassistenter. Men från 1880-talet fick de nyexaminerade ingenjörerna snarare produktionsledande befattningar. En utbildning på elementarskolenivå ansågs tillräcklig för industrins ritar- och ritassistentbefattningar.(31)

Den teoretiska utbildningen, av vad slag den än var, måste dock kompletteras med någon form av praktisk erfarenhet. Hubendick betonade, både 1882 och 1901, i en ny utgåva av *Hvad skall man bli?*, att "maskinbyggaren måste vara mångsidigt kunnig, såväl teoretiskt som praktiskt. Han måste icke allenast kunna konstruera och beräkna sina maskiner, utan också kunna uppsätta och sköta dem."(32)

Syftet med praktiken var dock inte främst att bli en skicklig yrkesarbetare utan att få en överblick över verkstadsarbetet.(33) Kanske var kontakten med den direkta arbetsprocessen också väsentlig för att, som skribenten i *Norden* påpekade, lära sig "inge respekt hos de underordnade, hvilka derigenom lättare kontrolleras".(34) Den praktiska erfarenheten gav också de unga ingenjörerna en känsla för kostnader och effektivitet i konstruktionsarbetet – en aspekt som arbetsgivarna inte försummade att påtala.(35)

Konstruktionsarbetet växte i omfång under slutet av 1800-talet och början av 1900-talet. Industrin expanderade, jordbruket mekaniserades, kommunikationsväsendet byggdes ut. Nya produkter, som verktygsmaskiner och elektriska motorer, krävde mycket och delvis nytt slag av konstruktionsarbete. Samtidigt uppstod en ny typ av industri, baserad på masstillverkning av utbytbara delar. Denna produktion möjliggjordes av verktygsmaskinernas och måttverktygens utveckling. Mycket av arbetet kunde nu förplaneras i företagets rit- och konstruktionsavdelningar. Det intellektuella, planerande arbetets betydelse växte, med början i vissa avancerade företag. I nästa avsnitt skall vi se hur rationaliseringsarbetet utvidgades till att gälla allt större delar av industrin.

Rationalisering och konstruktionsarbete

Jag noterade i kapitel 3 att det i kapitalistisk tillverkning finns en grundläggande tendens till "rationalisering", dvs till att öka arbetsintensiteten, sänka kostnaderna för råvaror och energi, omorganisera produktionen för att minska behovet av arbetskraft osv. Under mellankrigstiden intensifierades dessa strävanden i dittills oanad grad. "Att rationalisera blev periodens nyckelbegrepp /skriver Ulf Ohlsson i en bok om L M Ericson/, förvandlat från en syssla för företagsledare med sunt förnuft och erfarenhet till en vetenskap med världsberömda galjonsfigurer, skolbildningar och en omfattande litteratur."(36)

I ett senare kapitel (nr 10) skall jag ta upp bakgrunden till det "sunda förnuft" som dåtidens företagsledare uppvisade. Här är det rationaliseringens effekter på konstruktionsarbetet som står i centrum.

Samtidigt skall inte glömmas att en mängd nya *produkter* också introducerades och i viss mån fick massspridning under mellankrigstiden. Det gällde kommunikationsmedel som bussar och telefoner, varaktiga konsumtionsvaror som cyklar och radioapparater; nya textilier och färdigkonfektionerade plagg; men också elmotorer, hårdmetaller, snabbstål osv. Denna produktexpansion accelererade under tiden efter andra världskriget tillsammans med en fortsatt rationaliseringsverksamhet.(37)

Rationaliseringens innehåll

Rationaliseringsbegreppet är som vi sett i kapitel 3 ganska mångtydigt. Karaktäristiskt för mellankrigstidens rationaliseringssträvanden var, att

de i så hög grad inriktades på att spara *arbetskraft*. Den arbetskraft som skulle inbesparas var i huvudsak den tillverkande, manuella, även om viss kontorsrationalisering också förekom.(38)

Rationaliseringarna pågick i olika etapper under mellankrigstiden. Ekonomihistorikern A Montgomery delar in perioden i tre olika delar (39):

(1) I början av 1920-talet dominerade *organisatoriska* förändringar inom företagen. Maskinerna omgrupperades för att utnyttjas mer effektivt. Tids- och arbetsstudier infördes, liksom rationellare kostnadsanalys. Produktionen och försäljningen omorganiserades. Standardiseringen inom företagen ökade.

(2) Under 1920-talets andra del tog sig rationaliseringen dessutom formen av en påskyndad *mekanisering* av driften. Individuell drift, där varje arbetsmaskin utrustades med egen motor, infördes på många håll inom verkstadsindustrin. Sk flytande tillverkning blev vanligare, med hjälp av traverser, transportörer och löpande band.(40)

(3) På 1930-talet fortsatte den tekniska och organisatoriska rationaliseringen inom företagen.

Tre aspekter skiljer 1930-talets rationalisering från det tidigare årtiondets. För det första fördes rationaliseringarna så småningom upp på ett högre plan. Företagen slog sig samman, specialiserade sig, samarbetade på skilda sätt. De gamla mångsysslande företagens tid var över. Grunden till dagens strängt specialiserade svenska näringsliv lades vid denna tid. Ett medel i specialiseringen var den alltmer omfattande standardiseringsverksamheten. Verktyg, komponenter och ritmetoder gjordes enhetliga nationellt och internationellt.

Den andra viktiga aspekten var att 1930-talets rationalisering omfattade en mycket större mängd företag än tidigare. Ekonomen Erik Dahmén hävdar, att man under 1930-talet kunde se en "skördetid" för de arbetsbesparande innovationer som vissa företag introducerat under 1920-talet. Dessutom spreds nu dessa innovationer på bred front inom flertalet viktiga industrigrenar.(41)

Den tredje skillnaden var att tillväxten och sysselsättningen ökade från 1930-talets mitt. Sverige kom av skilda orsaker snabbare ur krisen än de flesta andra industriländer. Efterfrågan på industrins produkter ökade, och även om rationaliseringarna fortsatte, ledde de inte till någon omfattande eller långvarig arbetslöshet.(42)

Vi kan tillägga att den tekniskt-organisatoriska omdaningen både av enskilda företag och av hela branscher fortsatte efter andra världskriget. Löpande band, masstillverkning och flödesproduktion infördes i många företag. Standardiseringen fortsatte. Tids- och arbetsstudier blev mycket vanliga och tog sig alltmer sofistikerade former. 1950- och 60-talens

strukturrationaliseringar är också välkända. Rationaliseringarna inriktades nu även på att spara fast och cirkulerande kapital (se kapitel 3).

Vilka effekter hade de skilda typerna av rationalisering på den tekniska personalens sysselsättning och arbetsuppgifter?

Rationaliseringen och antalet teknikerjobb

Jag tror att man måste hålla isär krisåren på 1920-talet och fram till 1930-talets mitt från tiden därefter. I den första perioden slog först den starka krisen 1921 hårt på all industripersonal, teknikerna inräknade. Sedan gjorde företagssammanslagningarna och bruksdöden under 1920-talet arbetsmarknaden bekymmersam för många tjänstemän. Det ökade antalet nyutexaminerade ingenjörer hade svårt att finna arbete. Många emigrerade till USA för kortare eller längre tid.(43)

I en tidigare tabell (Tabell 7:3) har vi kunnat konstatera att totalantalet teknisk personal (tekniker och arbetsledare inom industrin) minskade under 1920-talets början. Likaså minskade antalet teknisk personal per 1000 arbetare något under denna tid.

Även om antalet tekniker och arbetsledare ökar igen från 1920-talets mitt så är det svårt att tillskriva just rationaliseringarna dessa förbättringar. Det var ännu ett fåtal företag, som infört tidsstudier, standardisering, löpande band osv. Rationaliseringarnas sysselsättningsskapande effekter kom rimligtvis först på 1930-talet, då förändringarna blev mer allmänna.

År 1936 tillsattes den statliga Rationaliseringsutredningen med uppgift att studera rationaliseringens effekter på bl a arbetslöshet och olycksfall inom industrin. Dess betänkande kom 1939.

Utredningen diskuterade den tekniska personalens, däribland konstruktörernas och ritarnas, situation. Man konstaterade en stor ökning av den tekniska personalen i allmänhet mellan 1920 och 1936, något som också vi noterat med hjälp av tabell 7:3.

Men Rationaliseringsutredningen var osäker på vilka effekter rationaliseringen hade haft på antalet konstruktörer och ritare på företagen. Å ena sidan, hävdades i utredningens förarbeten,(44) tenderade antalet konstruktionsuppgifter att öka i och med den ökade mekaniseringen och standardiseringen av produktionen. Å andra sidan torde denna typ av arbeten vara av mer tillfällig art och minskas så fort det väsentliga rationaliseringsarbetet genomförts. I samma riktning skulle den ökade specialiseringen av tillverkningen leda. I och med att företagen övergick från blandad tillverkning med mycket konstruktionsarbete, till en enda tillverkningslinje, skulle behovet av konstruktions- och ritpersonal

minska. Men, å andra sidan igen, hävdades det, måste vid specialiserad tillverkning en ständig förbättring och utveckling av produkterna äga rum, vilket i sin tur skulle medföra ökat konstruktionsarbete.

Vad gäller utvecklingen fram till 1936 var det således oklart om den kraftiga rationaliseringen av manuell arbetskraft hade inneburit en ökad sysselsättning för konstruktions- och ritpersonalen. Siffror saknas och gissningarna går åt olika håll.

Uppgifter från och med 1930-talets mitt pekar däremot mer entydigt på en ökning av konstruktionsarbetet. Detta framkommer på många sätt; i fackföreningspressen, i utredningar och i det fåtal statistiska uppgifter som står att finna. Enligt SAFs statistik mer än fördubblades antalet konstruktörer under tiden 1938-45. Antalet ritare, kopister och textare ökade under samma tid med ca 70 %.(45)

Orsakerna var naturligtvis många. Många nya produkter tillkom, inte minst under kriget för att ersätta tidigare importvaror, samt inrikta produktionen på krigstillverkning. Men också rationaliseringarna torde spelat en roll i ökningen av antalet konstruktörer och ritare. Man sökte utforma de nya produkterna så att de kunde masstillverkas. Alla nya produkter innebar därför standardiseringsarbete. Samtidigt genomfördes specialiseringen och standardiseringen och mekaniseringen på bred front i den gamla industrin.(46)

Nya arbetsuppgifter för konstruktörer och ritare

Vi skall se något mer i detalj på vilka arbetsuppgifter som blev betydelsefulla i och med mekaniseringen och specialiseringen av tillverkningen på 1930- och 40-talen. Uppgifterna är hämtade dels från den samtida fackpressen, dels från Erik Hööks studie av fyra verkstadsföretag och deras övergång till masstillverkning m m under perioden 1937-52. Tre slags arbetsuppgifter förefaller ha blivit vanligare.(47)

(1) För att en serietillverkning skall löpa friktionsfritt krävs stor enhetlighet i material, verktyg och detaljer. För att klara av detta *standardiseringsbehov* inrättades ofta standardiseringsavdelningar vid företagen. Vid ett företag som Höök studerade bestod dess arbete i att utarbeta en grundstandard för toleranser och gängsystem samt material- och verktygsstandard. Alla gamla produkter ritades om efter denna standard och när nya konstruktionselement infördes standardiserades dessa.

(2) Fordringarna på *konstruktionsritningarnas fullständighet* ökade, dels för att höja produktens kvalitet, dels för att produktionen skulle kunna fortgå utan störningar. Tidigare överlät man t ex åt varje verkstad att bestämma den nödvändiga toleransen. När företagen specialiserades

och mekaniserades var detta ej längre möjligt. I stället ritades alla produkter efter internationell standard vad gällde t ex toleranser. Antalet ritningar, detaljspecifikationer och anvisningar ökade också på grund av den ökade tekniska komplexiteten hos många av 1920- och 30-talets nya produkter: elektriska motorer, radioapparater, osv.(48)

(3) Masstillverkningen innebar att billig, okvalificerad arbetskraft kunde anställas. Tidigare hade de erfarna yrkesarbetarna själva hållit reda på i vilket antal de olika detaljerna som ingick i den färdiga produkten skulle tillverkas. Företagen omorganiserades nu så att ritkontoren övertog dessa *planeringsuppgifter*. Stycklistor gjordes upp centralt. Likaså övertog ritkontoren de småändringar och justeringar i konstruktionerna som verkstäderna tidigare gjort självständigt.(49)

Det som varit sekelskiftets modernt inriktade ingenjörers drömbild av det "systematiska ritkontoret" (se ovan s 147) förverkligades från 1930-talet alltmer i svensk industri. Ritkontor, standardiseringsavdelningar och planeringsavdelningar övertog allt fler av verkstadens tidigare arbetsuppgifter. De dagliga småbesluten om tillverkningens utformning och kvalitet, som tidigare legat på arbetare och verkmästare, flyttades nu till rit- och planeringskontorens tjänstemän.

Dessa förändringar i arbetsuppgifternas natur betydde också ändringar i konstruktions- och ritarbetets karaktär. En ingenjörns viktigaste uppgift hade tidigare, hävdade överingenjör T Sällfors inför Rationaliseringsutredningen 1936, varit nykonstruktion av motorer, maskiner osv. Nästan varje beställning hade inneburit "en viss konstruktiv utformning på nytt av den huvudprodukt som ett visst industriföretag tillverkade." Men med standardisering och produktion i större skala sköts nykonstruktionen i bakgrunden. Nu tillverkades "vissa en gång för alla konstruktivt utformade produkter" och då blev "huvudproblemet inom industrien . . . att framställa dessa så ekonomiskt som möjligt."(50) Att utforma ett så billigt *tillverkningssätt* för produkten som möjligt, blev en ny huvuduppgift för konstruktörer och ritare, vilket kompletterade arbetet med produkternas utseende och funktion.

Förändringen avspeglades i kursplanerna för t ex Hermods korrespondensingenjörer. Tidigare hade frågan om hur en produkt skulle tillverkas hänskjutits till verkstaden, påpekade Hermodstidningen *Korrespondens* år 1941. Men i den nya typen av produktion måste olika tillverkningsfaser noga beaktas under konstruktionsarbetet. Därför skilde sig den "moderna arbetsritningen . . . högst väsentligt från vad som för endast några årtionden sedan kunde anses normgivande, och den kan i hög grad sägas vara en produkt av den specialisering och standardisering som under de senaste åren gjort sig starkt gällande . . . Det allt dominerande intresset är icke längre konstruktionens ändamål, verkningssätt och säkerhetsgrad

utan även och kanske i lika hög grad framställningssättet och materialvalet.”(51)

Hermods kurser i maskinritning utvidgades därför till det dubbla i början av 1940-talet. Då ingick ändå inte ”toleranser och passningar” utan de bestods en särskild kurs.

Sammanfattning

Rationaliseringarna från 1930-talets mitt och framåt ledde till en större efterfrågan på ritare och konstruktörer. Produktomläggningarna under andra världskriget samt produktinnovationerna före och efter kriget hade samma verkan.

I denna process förändrades och utvidgades konstruktörernas och ritarnas arbetsuppgifter. När företagen specialiserade sig förenklades produktsortimentet liksom verktyg, komponenter och produktionsmetoder. Också ritningarna blev mer enhetliga och samtidigt mer utförliga. Nationella och internationella konventioner och standardpraktiker för ritningar, ritdetaljer och materialanvisningar infördes. Härmed gjordes ritarbetet mer rutinmässigt och mindre beroende av den enskilde konstruktörens personliga stil.(52)

Ritkontoren, eller speciella standardiserings- och planeringsavdelningar, övertog mycket av den verksamhet som tidigare legat på verkstädernas arbetare och verkmästare. Tillverkningens alla detaljer blev en uppgift för dessa kontors tjänstemän. Organisatoriska och framför allt ekonomiska synpunkter måste beaktas än mer i det dagliga rit- och konstruktionsarbetet.

Ritkontorets nya verksamhet var en förutsättning för att den vid denna tid begynnande masstillverkningen skulle kunna fungera. Samtidigt som arbetsuppgifter togs ifrån verkstaden, blev arbetare och verkmästare mer beroende av att ritkontoret skötte sin verksamhet. Mått och ritningar måste vara korrekta. De bearbetningssätt som konstruktören föreslog måste kunna fungera. Kraven ökade på konstruktionskontorets överblick över produktionen, samtidigt som möjligheterna steg till friktion mellan ritkontor och verkstäder.

Integrering och styrning i dagens konstruktionsarbete

Vi har i kapitel 7 noterat, att bortåt hälften av alla tekniker år 1975 (47 %) arbetade inom maskinindustrin, transportmedelsindustrin och elektroindustrin. Jag har inte siffror på hur många som ägnade sig åt just

konstruktions- och ritarbete i dessa industrier; rimligtvis var de fler än den tredjedel som gjorde det inom hela SAF-området (se Tabell 7:4).(53)

Verkstadsindustrins konkurrensläge präglar nu, som tidigare, konstruktions- och ritarbetets inriktning. Denna bransch har blivit allt mer dominerande under efterkrigstiden samtidigt som den dragits in i en omfattande internationell konkurrens. Exportens andel av verkstadsindustrins produktion var ca 50 % 1977 mot 20 % år 1950. Dess andel av hemmamarknaden minskade under samma tid från ca 80 % till ca 55 %.(54)

Verkstadsindustrin har därmed utsatts för en mycket hård internationell konkurrens, som man sökt möta på flera sätt. För det första har företagens etableringar utomlands ökat kraftigt för att komma in på nya marknader och förbi handelshinder samt för att sänka arbetskostnaderna. De stora verkstadsföretagens utlandsetableringar är i och för sig av gammalt datum. Det nya är att 1960- och 70-talens investeringar skapade fler arbetstillfällen utomlands än i Sverige. Också "intelligensfunktioner", som forskning och utveckling, har flyttats ut ur landet.(55)

För det andra har satsningen på ny teknik, både i form av nya produkter och effektivare produktionsprocesser, varit mycket omfattande sedan 1950-talets slut. Konstruktionsavdelningarna har därvid fått en viktigare roll än förut, samtidigt som de alltmer integrerats i företagens totala marknads- och produktionsstrategier. En tredje viktig förändring är nämligen användningen av skilda organisations- och management-tekniker för att öka produktiviteten också hos det intellektuella arbetet, däribland just produktutvecklings- och konstruktionsarbetet (se nästa kapitel).

Tre slags verkstadsföretag

Jag skall kort diskutera tre typer av verkstadsföretag och den plats som konstruktions- och ritarbetet har i respektive företagstyp.(56) Skillnaden mellan dem ligger i andelen nykonstruktioner, men också i huruvida de är inriktade på beställningsproduktion av enstaka exemplar eller på serieproduktion för lager. De tre är:

- (1) Företag inriktade på beställningskonstruktioner som bygger på kända konstruktionsprinciper. Tillverkningen är inriktad på stora, dyrbara enheter, som t ex valsverk eller ångturbiner.
- (2) Företag inriktade på beställningsproduktion med sats- eller serietillverkning utifrån kända konstruktionsprinciper. Samtidigt sker nyutveckling inriktad på framtida produkter. Exempel: dieselmotorer i fartyg, skogsmaskiner, generatorer.

(3) Företag inriktade på nya produkter och nya principer. Marknaden och teknikutvecklingen kräver en ständig nyutveckling eller vidareutveckling av de produkter man tillverkar. Satsmen framför allt serietillverkning förekommer. Exempel här är hushållsmaskiner, bilmotorer, finmekaniska och elektromekaniska produkter.

Det förefaller som om konstruktionsarbetets integrering med övrig verksamhet på företaget är olika i de här tre slagen av företag. Jag skall därför kort ta upp vissa viktiga aspekter.

Typ 1

I den här typen av företag bedrivs konstruktionsarbetet utifrån beställningarna på företagets produkter. Varje kundorder är i regel ett stort projekt som utformas i enlighet med kundens behov men efter kända konstruktionsprinciper och löpande erfarenheter under årens lopp. De enheter som konstrueras är stora och dyrbara. Ibland sker satsbetonad tillverkning, vilket då möjliggör prototyp-tillverkning och prototypprov.

Helt nya produkter introduceras sällan i denna typ av tillverkning. I stället sker löpande produktförbättringar för att modernisera produkten. Det viktigaste är dock kravet på kostnadssänkningar, på grund av de stora och dyrbara produktenheterna och en investeringskrävande produktionsapparat. Kraven på kostnadssänkningar gäller såväl själva konstruktionsarbetets bedrivande som möjligheterna att via ändringar i konstruktionerna sänka tillverkningskostnaderna.

I den här typen av produktion är kontakterna mellan konstruktions-, tillverknings- och försäljningsavdelningarna viktiga. En gemensam planläggning måste ske för att nå hög kvalitet och anpassning till kundens behov men också för att hålla tillverkningskostnaderna nere. Konstruktörernas kontakter med kunderna är också omfattande. I många företag fungerar de som konsulter till försäljningssidan. Impulser till modernisering och förbättring av produkten kommer ofta den vägen. Mycket konstruktionsarbete är inriktat på att lösa kundproblem i färdiga installationer.(57)

Det förefaller som om konstruktörernas erfarenhet och problemlösningförmåga är viktiga i denna typ av produktion. Experiment- och laboratoriearbete är mindre vanligt förekommande, eftersom man bygger på kända principkonstruktioner och det i regel inte är möjligt att tillverka prototyper. Samtidigt blir produktionsresurserna relativt styrande. De är kapitalkrävande och svåra att förändra. Framtagningen av tillverkningsunderlag respektive tillverkningsberedning sker därför relativt rutinmässigt.

Konstruktionsarbetets betydelse i denna typ av tillverkning framkom i en artikelserie i tidskriften *Industritjänstemannen* i början av 1950-talet. Här fick man bl a stifta bekantskap med fyrkonstruktörer på AGA, maskinkonstruktörer på L M Ericson och vid de Lavals Ångturbin AB. I sådana företag med stor andel "måttbeställningar" av tekniskt avancerade konstruktioner sågs de dugliga konstruktörerna som oundgängliga. AGAs chef uttalade sig: "Man kan tryggt säga att bolagets existens och framtid till 80 % beror av dess stab av konstruktörer".(58) Deras arbete innehöll, framgår det i intervjuerna, inte bara "idékläckande" och konstruktions- och ritarbete. Kontakterna med kunden och verkstaden var intensiva.(59)

Vad som verkar ha hänt sedan 1950-talets början är dels en större inriktning på att spara kostnader för själva konstruktionsarbetet genom införande av datorer, organisatoriska förändringar osv. Dels har produkterna ändrats. En trend är att företagen alltmer försöker leverera hela system eller anläggningar i stället för enskilda produkter. En annan är att företagen söker standardisera produkterna på nivån just under den som efterfrågas av kunderna. Detta innebär att man kan "skräddarsy" de önskade produkterna genom att plocka ihop komponenter som producerats mot lager. Det blir längre tillverkningsserier än förut som kan mekaniseras och automatiseras.(60) Konstruktionsarbetet får inte samma exklusiva karaktär som tidigare.

Den engelska ekonomen Joan Woodward gjorde på 1950- och 60-talen studier över vad som hände när företag inriktade på enstycks- eller satsproduktion övergick till mer standardiserad tillverkning. Tidigare hade konstruktionsavdelningarnas centrala betydelse så att säga smittat av sig på ritkontoret: "Ritkontoret var den förmämsta kommunikationskanalen mellan utveckling och produktion", menade Woodward.(61)

När ett sådant företag övergick till standardiserad produktion försvann ritkontorets nyckelställning: "Införandet av rationaliserade produktionsmetoder och av . . . metoduppläggning och arbetsstudier ändrade ritarens funktion och undergrävde hans status. De nya avdelningarna ersatte ritkontoret som en länk mellan utvecklings- och produktionsavdelningarna". Ritkontoret blev en serviceavdelning bland andra. Ritningarna omsattes av beredningsavdelningen i tillverkningsinstruktioner och -program; de ritare som arbetade inom de rationaliserade företagen var sällan i kontakt med verkstäderna. Konstruktörernas och ritarnas arbete avskiljdes på så vis från både produktion och försäljning.(62)

Typ 2

I denna typ av företag bedrivs å ena sidan ett orderbundet konstruktionsarbete på basis av kända konstruktionsprinciper och -funktioner. Ofta finns ett produktprogram som består av många individuella produkter som tillhör samma produktområde och levereras till samma kundkrets. Detta konstruktionsarbete och den produktion som är bunden till den sker ganska rutinmässigt.

Samtidigt sker en nyutveckling inriktad på framtida produkter. Resultatet kan bli generationsväxlingar med ganska stora förändringar jämfört med tidigare produkter. Experimentmodeller och prototyper utnyttjas i utvecklingsarbetet.

De här två typerna av konstruktionsarbete, ett rutinmässigt och ett nyskapande, läggs ofta i olika organisatoriska enheter på företagen, och på skilda geografiska platser. Den personal som sysslar med nyutveckling blir ofta en exklusiv grupp.

Ett exempel på den här typen av verksamhet är de utvecklingsavdelningar med egna produktlaboratorier som många svenska verkstadsföretag inrättade i slutet av 1950-talet och början av 1960-talet.(63) Bakgrunden var att det tidigare tekniska försprånget på exportmarknaden började försvinna, när de krigshärjade industrierna i Europa och Japan byggts upp igen. Rit- och konstruktionskontoren hade dessförinnan, som en industriman uttryckte det, "närmast varit en servicefunktion till produktionstekniken". Deras huvuduppgift hade varit att möta efterkrigstidens stora efterfrågan med ökad produktion.(64)

Nu gjordes konstruktionsavdelningarna delvis om till utvecklingsavdelningar. De gav upphov till många viktiga produkter och hade en allmänt kunskapsuppbyggande effekt. Men förhoppningarna om att hitta nya "basinnovationer" typ AGA-fyrar eller kullager, som skulle öka den svenska industrins konkurrenskraft på ett drastiskt sätt, infriades inte. De centrala innovasjonsavdelningarna vid företag som AGA och Husqvarna avvecklades på 1970-talet och integrerades i stället i företagens divisioner. (Från mitten av 1960-talet har de flesta större verkstadsföretag produktorganiserats i divisioner.) En effekt av denna divisionalisering av utvecklingsarbetet var att det knöts närmare tillverkningen och försäljningen. Enligt somliga bedömare har detta inneburit att den långsiktiga satsningen på nya produkter minskat till förmån för kortsiktiga lönsamhetstänkanden. Denna utveckling torde varit speciellt markant under 1970-talets krisår.(65)

Typ 3.

Den tredje typen av företag arbetar på marknader och inom teknikområden som kräver en ständig nyutveckling eller vidareutveckling av produkterna. Det är ganska stora utvecklingssteg mellan varje generation inom en produkttyp. Företagen kan också ha ett antal produkttyper med ringa utvecklingsteknisk beröring med varandra. Företag inom hushållsmaskinbranschen är ett exempel.

I den här typen av företag är alla led i framtagandet och utvecklingen av nya produkter viktiga, från vad man kallar förutveckling till försäljning. Ideerna till nya produkter kommer från marknadssidan eller, vilket verkar vara vanligare, från produktutvecklare och konstruktörer.(66) En mängd företagsekonomiska tekniker har utvecklats för att styra och effektivisera det här arbetet och minska de risker som är inblandade. Utvecklingsarbetet innebär ofta forskningskontakter inom och utom landet. Framtagandet av nya eller förändrade produkter är dyrbart och tar ibland lång tid. Felbedömningar kan ge allvarigare konsekvenser än i de två andra typerna av företag.

Konstruktionsarbetet är nära kopplat till produktutvecklingen. Experimentmodeller och prototyper används av konstruktörerna som ett viktigt led i utvecklingsarbetet för att ta fram nya eller förändrade produkttyper. En hel del konstruktions- och ritarbete går därefter in i arbetet med att standardisera produkten och tillrättalägga den för massproduktion. Nykonstruktion av maskiner eller hela anläggningar kan då bli aktuell. Därför krävs ett omfattande och organiserat samarbete mellan konstruktörer, tillverkningsberedare och verktygskonstruktörer.(67)

Sammanfattning

I de här tre typerna av verkstadsföretag har konstruktörer och ritare en något annorlunda plats i företagsstrukturen.

I den första typen av företag sker den tekniska utvecklingen långsamt och på basis av gällande principer och produkter. Konstruktionsarbetet gäller enstaka produkter och sker i nära kontakt med tillverkningen och kunderna. Mycket av konstruktionsarbetet går ut på att förbilliga produkten, framför allt dess tillverkning. Det innebär också, direkt eller indirekt, försök att göra konstruktionsarbetet billigare och mer rutinbetonat.

I den andra typen av företag, som också främst arbetar på beställning, finns en uppdelning mellan rutinkonstruktion av existerande produkttyper och nykonstruktion. Det senare arbetet sker ofta isolerat från

den dagliga produktionen, ibland geografiskt särskilt från den, i vissa fall i speciella utvecklingsbolag knutna till den centrala koncernledningen. En hel del företagsekonomiskt och organisationstekniskt tänkande har gått in i att bättre söka integrera detta nyskapande arbete med företagets övriga tillverkning och marknadsföring.

I den tredje typen av företag är en mycket stor del av verksamheten inriktad på att finna nya produkter eller produktgenerationer, som är lämpliga för serietillverkning. Produktframtagning är ett livsvillkor för företagen, samtidigt som det ofta innebär stort risktagande. Produktutveckling sker också här i särskilda avdelningar men kravet på samarbete med berednings- och produktionsavdelningarna är större med tanke på serietillverkningen. Samarbetet med försäljnings- och marknadsföringen är också viktigt.

Till slut några ord om konstruktionsarbetets samband med det *manuella* arbetet i tillverkningsprocessen. En tendens i alla tre typer av företag är att försöka göra tillverkningsserierna så långa som möjligt för att på så sätt kunna mekanisera och automatisera produktionen (tex med numeriskt styrda verktygsmaskiner). Detta gäller även för de företag av typ 1 och 2 som tillverkar enstaka eller ett mindre antal produkter mot order. Där försöker man standardisera komponenter och detaljer enligt någon slags "byggglådeprincip".(68)

Inom alla tre typerna av företag ökar därför behoven av ett samarbete mellan konstruktion, tillverkningsberedning och -planering. Som en viktig bas för det arbetet ligger MTM-systemets beräkningar av tidsåtgång för olika arbetsmetoder.(69)

Resultatet av konstruktions- och beredningsarbetet blir i regel starkt uppsplittrade och styrda arbetsprocesser. Alla detaljer i arbetet preciseras i de anordningar och den lay-out som görs i beredningsavdelningen. Målet är att skapa ett så högt utnyttjande av resurserna som möjligt, samt att om möjligt rationalisera bort "överflödiga" arbetskraft och fast kapital.

Arbetarna ställs inför redan "färdiga" arbetsprocesser. De har — påpekar Lars Gunnarsson i sin bok *Att förändra arbetsprocessen* — ingen del i alla de beslut som förbereds och tas om deras dagliga arbetssituation.(70) Det manuella arbete som skapas på detta sätt innehåller inget självständigt beslutsfattande, utan blir bundet, rutinmässigt, kortcykligt och hårt maskinstyrt. Allt mentalt arbete med att utforma, planera, kalkulera, beordra och styra produktionen har tagits från de omedelbara producenterna och förlagts till företagets ledningsprocesser — produktionsledning, produktionsteknik och produktionsplanering. På så vis har de tendenser, som vi såg i outvecklad form i mellankrigstidens rationaliseringsarbete, idag dragits ut till sina extrema konsekvenser.

9. Konstruktionsarbete II

Jag skall i det här kapitlet beskriva konstruktions- och ritningsarbetets egen arbetsprocess.

Jag börjar med att diskutera vad man kan kalla konstruktionsarbetets samverkans- och arbetsdelningsstadier. Därefter skall jag ta upp några försök att med organisatoriska medel intensifiera och effektivisera arbetet. Slutligen kommer en diskussion om dagens sk datorstödda konstruktion (CAD) och dess tänkbara sociala och arbetsmässiga konsekvenser för konstruktions- och ritningsarbetet.

Samverkan och arbetsdelning

I förra kapitlet noterades att arbetsuppgifternas antal efter hand ökade på ritkontoren. Under mellankrigstiden uppstod vad man med Marx' ord kan kalla ett ritnings- och konstruktionsarbetets "samverksansstadium"; en stor mängd ritare och konstruktörer sammanförs på samma plats och under gemensam ledning. Arbetsmedel, litteratur och lokaler används gemensamt, "massverkan" sporrar och stimulerar arbetet. Arbetet standardiseras, enhetlighet uppnås i fråga om ritningarnas utförande och innehåll.(1)

"Samverkansstadiet" övergår snabbt i "manufakturstadiet" — det stadium som kännetecknas av arbetsdelning. En aspekt har vi redan noterat, att individer specialiseras efter tekniska kunskapsområden: metallurgi, mekanik, elektronik, kemi osv. En annan uppdelning blir den mellan standardiserings-, metodstudie- och konstruktionsavdelningar. En tredje blir den hierarkiska: en vertikal, så småningom detaljerad, gradering mellan mer eller mindre mångsidiga, intressanta respektive krävande arbetsuppgifter börjar utvecklas. Initiativ och kontroll koncentreras i ena polen, medan i den andra de mest rutinmässiga och underordnade sysslorna läggs på särskild personal: kopister, vävkopister och ritbiträden.

En förutsättning för en utvecklad arbetsdelning är en stor arbetsvo-

lym, en annan är stabilitet i arbetsmängden. Det skall ständigt finnas något att göra.

Strax före andra världskriget fanns ett femtontal svenska företag som var stora nog att ha mer än femtio konstruktörer och ritare anställda. De största ansamlingarna av sådan personal fanns vid ASEA, med bortåt 650 ritare och konstruktörer, samt vid Bofors AB med drygt 300 (år 1939).(2)

Det senare företagets historiker, Birger Steckzén, har beskrivit arbetet vid konstruktionskontoret, "Bofors hjärta". Vid kanongjuteriet i Karlskoga hade konstruktionsarbetet kring krigsslutet 1945 blivit så omfattande att man då hade specialister för olika kanondetaljer, såsom för eldrör, mekanismer, lavettage, sikten osv. Ritsalens hundratal konstruktörer och ritare producerade årligen ca 30 000 ritningar, av vilka det togs en mångfald kopior. De militärtekniska och verkstadstekniska fordringarna anges som speciellt krävande och problemen i konstruktionsarbetet ansågs därför vara mer omfattande och komplicerade än annorstädes i svensk industri. Steckzén ger exempel på de inblandade i konstruktionen av en ny luftvärnskanon: "Chefskonstruktören fastställer huvudlinjerna och fördelar arbetet på 5–6 konstruktörer, vilka var och en ha omkring 15 medhjälpare till förfogande . . . ungefär sex månader åtgå, innan hela pjäsen med alla de 3 500 detaljerna är färdigritad."(3)

I Steckzéns beskrivning framkommer några av de steg som ingår i arbetet med att ta fram en ny konstruktion. "Utkast följer på utkast, de kritiseras, kasseras och förbättras, nya uppslag växa oupphörligt fram", lyder den smått lyriska beskrivningen.(4) Utkast och skisser följs av experimentarbete: "Varje nykonstruktion måste . . . utprovas under hårda och många gånger långvariga försök och ej förrän dessa utfallit till belåtenhet, får konstruktionen komma till användning."(5) Sedan arbetsritningarna blivit färdiga överlämnas de till planeringsavdelningen, som svarar för detaljplanering, materialanskaffning, arbetsorder till verkstäderna osv.

Konstruktionsarbetet är nu tydligt uppdelat i etapper. Dessa kan sammanfattas med hjälp av figuren på sidan 164, hämtad från en publikation utgiven av Sveriges Mekanförbund 1970.(6) Många av Steckzéns arbetssteg känns igen.

Arbetsdelningens innehåll

De olika stegen i figuren utföres av personer med olika titlar, utbildning och status.

De som arbetar mest med konstruktionsarbete är just konstruktö-

VILKA ETAPPER INGÅR I KONSTRUKTIONSARBETET?

Den konstruktiva verksamheten börjar med en precisering av uppgiften och når sitt mål i ett konstruktionsunderlag, som består av ritningar, styckelistor, anvisningar, standardschemor m m. Konstruktörens arbetssätt har dock inte varit föremål för någon större uppmärksamhet.

Vilka metoder finns då att arbeta efter på ett konstruktionskontor? Dessa hänger främst samman med de produkter, som skall konstrueras. Ett allmänt arbetsschema över konstruktionsarbetets uppläggning kan dock alltid uppställas. Gemensamt för olika schema är, att verksamheten uppdelas i ett antal etapper eller steg, under vilka konstruktionen växer från en formulering av problemet via analyser av de tekniska problemen, idéer, utkast, värderingar, preliminära ritningar, prototyper och prov till slutgiltiga ritningar för produktion. Ett arbetsschema (etappschema) kan uppdelas på följande nio etapper:

Etapp och etappresultat

- | | |
|--|---|
| 1 Formulering av problemet | Erhålls som resultat av produktplanläggningsarbetet. Sammanställs av utvecklingsledningen (exempelvis försäljning, konstruktion och produktion). Överlämnas till konstruktionskontoret samtidigt med konstruktionsuppdraget (se tidigare avsnitt). |
| 2 Kompletterande konstruktionsföresättningar, analyser etc | Insamling och inventering av ytterligare uppgifter och underlag, som erfordras för problemets bearbetning t ex litteratur, patent, prospekt, tidigare utföringsformer, kollegers erfarenheter. Utförs av konstruktören eller den han vänder sig till för att få hjälp. |
| 3 Idéer och alternativa principiella lösningar. Principutslag | Så många teoretiska eller praktiska idéer som möjligt, som syns utgöra lösningar på hela uppgiften eller delar av densamma insamlas. Större uppgifter måste här uppdelas i deluppgifter, som var och en bearbetas var för sig. |
| 4 Syntes och värdering. Val av lösning. Godkänd konstruktionsprincip | Idéerna grovgallras och sammanställs till tänkbara lösningar. Dessa kritiserar och värderas systematiskt och en enda lösning utväljs för fortsatt arbete. |
| 5 Detaljkonstruktioner, underlag för tillverkning av prototyp | Den utvalda lösningen utformas konstruktivt. Med utgångspunkt från konstruktionen utarbetas ett provisoriskt tillverkningsunderlag, som erfordras för framställning av ett eller flera experimentexemplar. |
| 6 Prototyp och prov | Experimentprodukten provas framförallt med hänsyn till hur den uppfyller konstruktionsunderlagets krav samt de krav, som kan anses normala för ifrågasvarande produktslag. Provningsresultaten utvärderas. |
| 7 Översyn och modifiering | Konstruktionen överarbetas vid behov med hänsyn till de resultat, som provningen har givit. |
| 8 Slutgiltigt tillverkningsunderlag | Slutgiltiga val av material, toleranser etc görs, varefter detaljerna utformas med hänsyn till seriestorlek och produktionsmedel. Detaljritningar och specifikationer m m som erfordras för produktionen, utarbetas. |
| 9 Ändringar | Liksom konstruktionsföresättningarna är utgångspunkten för det arbete, som här beskrivs, är tillverkningsunderlaget dess slutprodukt. Konstruktionskontoret måste dessutom senare i processen följa resultaten av produktens användning och eventuellt göra ändringar baserade på reklamationer och dylikt. |

Källa: Kan produktutvecklingen effektiviseras? s 14.

törerna. Hur mer exakt deras och den övriga personalens arbete är organiserat varierar mellan företag och typer av uppdrag.(7) I flertalet skildringar från 1940-och 50-talen är dessutom gränserna mellan vad en ritare och vad en konstruktör gör något suddigt tecknade. Senare verkar demarkationslinjerna bli klarare. Vi skall här försöka dra fram de viktigaste aspekterna av deras respektive arbeten.

Konstruktören

Skissen, den självständiga idén, är konstruktörens verk, inte ritarens:

"Den tanke som ligger bakom ritningen, en uppfinning eller en förenkling av tekniskt slag, är ett verk av konstruktören" (1964).(8)

"En konstruktör måste ha en särskild sorts fantasi . . . måste kunna fundera ut hur man ska lösa olika tekniska problem, och måste komma med nya uppslag och idéer. Han ska kunna lägga fram utkast eller skisser till nya konstruktioner eller till förbättringar av gamla och utarbeta förslag till experiment när så behövs" (1946).(9)

Ritarens uppgifter kommer därefter; det gäller också de mer kompetentas, de som "på egen hand /kan/ utföra ganska svåra ritningar, om de bara får en skiss och vissa allmänna anvisningar av konstruktören"(1946).(10)

Konstruktören ägnar en stor del av sin tid åt *beräkningar* av mer eller mindre rutinmässigt slag. I Svenskt Yrkeslexikon från 1967 beskrivs arbetet: Konstruktören utför hållfasthetsberäkningar, i mer komplicerade fall också beräkningar av maskiners varvtal, temperatur, effekt och kraftförbrukning osv. Vid större konstruktionsavdelningar finns speciella beräkningsingenjörer. Andra specialiteter är formgivare och standardiseringsingenjörer, samt ritningsgranskare, som kontrollerar ritningarna innan de går till produktionsavdelningarna.(11)

Konstruktörerna beslutar tillsammans med personalen på beredningsavdelningen vilka *tillverkningsmetoder* som skall användas.(12) Hur stor del av konstruktörernas tid som ägnas åt *ritning* varierar. Rutinmässiga detaljritningar överlämnas till ritaren. "Själva ritandet av den färdiga detaljen tar bara en liten del av den totala tiden", påpekas i en artikel i *Industritjänstemannen* 1966. Denna del av arbetet kan "överlätas till ritare eller ibland till ritbiträden".(13)

Ritaren

Ritarens arbetsuppgifter är mer ensartade. "En grunduppgift för en yrkeskunnig ritare är att förvandla en skiss till en korrekt ritning. Andra typiska sysslor är att utföra förstoringar och detaljritningar, göra samman-

ställningsritningar och utarbeta detaljanvisningar om materialåtgång o d" (1964).(14) "Han upprättar . . . material och styckelistor, sätter ut mått, toleranser och övriga uppgifter. Ofta får ritaren göra vissa beräkningar för att justera och komplettera detaljer."(1966).(15)

Under efterkrigstiden har efterfrågan på konstruktörer tidvis varit mycket stor. Rimligt är att ritare ofta fått utföra konstruktionsuppgifter. I flertalet beskrivningar från 1940-, 50- och tidiga 60-talet är därför gränserna oklara mellan konstruktions- och ritarbetet. Det avgörande för vad en person gör tycks vara den individuella begåvningen och framåtandan. Några citat från 1940–60-talens yrkesvägledningar kan illustrera:

"Ju mer självständigt en ritare arbetar, desto mer kommer hans arbete att likna konstruktörens" (1947).(16)

"En yrkesskicklig och tekniskt kunnig ritare kan inte sällan lösa konstruktionsarbetet självständigt efter en pratstund med idégivaren" (1964).(17)

"Gränsen mellan konstruktörens och ritarens arbete är ofta flytande; nyanställd ingenjör vid konstruktionsavdelning sysselsätts vanligen med ritarbete för att så småningom övergå till egentligt konstruktionsarbete" (1966).(18)

Vad som är ideologi och vad som är verklighet i denna typ av uttalanden är vanskligt att avgöra. Vad som förefaller klart är att de flesta ritares dagliga arbete är mer styrt än konstruktörernas. Det är ju konstruktörernas skisser och beräkningar som bildar ramen och styr verksamheten, också för de mer självständiga ritarna.

Någon svensk studie av ritarbetet och av hur ritarna uppfattar sin arbetssituation finns inte. Men John Low-Beer, som studerat ritare vid två italienska elektronikföretag i början av 1970-talet, menar att också i företag med ganska stora möjligheter till mobilitet och inflytande, upplevdes ritarbetet som pressande och otillfredsställande.

Orsakerna var att ritarbetet efter hand blivit rutinmässigt och petigt. Arbetets i stort sett manuella, osjälvständiga och rutinmässiga karaktär möjliggjorde dessutom en kontroll uppifrån över produktiviteten. Ritarernas prestation bedömdes efter mängden levererade ritningar. Försöken att kontrollera arbetet och öka arbetsintensiteten ökade ju mer rutinmässigt arbetet blev. Samtidigt blev denna kontroll allt mer nödvändig när själva arbetsuppgifterna inte längre kunde verka engagerande eller sporrande.(19)

Från ritare till konstruktör?

Hur denna typ av arbete uppfattas avhänger bl a av möjligheterna till befordran genom visad flit och duglighet. Men redan på 1920-talet framkom en uppfattning om ritarbetet som en återvändsgränd. Utan teore-

tiska kunskaper kom man ingenstans på ett ritkontor påpekade rektor Arvid Pehrson inför gossarnas val av levnadsbana 1924: "Den pojke som utan andra förkunskaper än folkskola, högre folkskola eller någon kortare ritkurs i ett privat institut tager plats på ett ritkontor har i allmänhet inga som helst utsikter att någonsin bli annat än en vanlig ritare med en lön, som föga överstiger de inkomster vilka kunna nås t o m av en duglig specialarbetare på verkstaden".(20)

Bara 2 % av ritarna inom industrin hade 1939 en högskoleutbildning bakom sig. Resten hade en lägre teknisk utbildning eller ingen formell teknisk utbildning alls. Bland konstruktörerna hade 40 % högskoleutbildning.(21) Ritningsarbetet började efter kriget betraktas som ett arbete med lägre status än andra tekniska uppgifter. Carter och Williams beskriver hur detta en gång "fina" jobb deklinerat i England: "I själva verket anses ritkontoret allmänt vara en återvändsgränd. Därför har ritarens sociala status fallit. Före kriget var en ritare definitivt en del av 'staben' eller ledningen: hans status framkom i sådana saker som längre semestrar och bättre sjukpenning." Efter kriget hade den engelske ritaren ungefär samma löner och sociala förmåner som yrkesarbetaren. Och även om en ritare i princip kunde avancera till mer intressanta uppgifter, föreföll chanserna ha minskat: "Större delen av arbetet på ett ritkontor är rutinmässigt och . . . kan brytas ner i relativt enkla uppgifter. Därför anses utsikterna till fortsatt avancemang vara dåliga."(22)

Samma farhågor kommer fram i samtida svenska beskrivningar: "På de stora ritkontoren /påpekade en författare 1946/ blir arbetet mycket specialiserat och det är fara för att även duktiga ritare gror fast i detaljarbete av ett eller annat slag."(23)

Fram mot 1960-talet förefaller även själva konstruktionsarbetet ha blivit mer rutinbetonat och mindre kreativt. En stor del av arbetet bestod i rationaliseringar av existerande produktion. Nykonstruktionsarbetet var mindre framträdande.(24) Tekniker med lägre utbildning — instituts-, korrespondens-, gymnasieingenjörer — tog över konstruktionsuppgifterna från civilingenjörerna.

År 1964 hävdade en yrkesvägledare om konstruktionsarbetet, att "Möjligheterna att nå högre befattningar är . . . stora och beror på begåvning och studielust". Självstudier och hårt arbete skulle kunna föra upp även dem med lägre utbildning till intressanta konstruktörsbefattningar.(25) Men samma år pekade Svenska Industritjänstemannaförbundet (SIF) på sina medlemmars svårigheter att "få mer kvalificerade arbetsuppgifter än de för ögonblicket har". De flesta befordringstjänster tillsattes, enligt förbundet, med högskoleingenjörer, och "för läroverks- och institutsingenjörer i obefordrade befattningar inom tex stora konstruktions- och laboratorieavdelningar känns det många gånger pressande

att veta att utsikterna till avancemang är små, ja nästan obefintliga.”(26)

Statistiskt uttrycks fördelningen sedan 1950-talets mitt mellan olika utbildningskategorier på skilda befattningsnivåer i tabell 9:1.

I tabellen står CI för civilingenjör, GI för gymnasieingenjör och II för institutsingenjör. Vi ser här, att det även i de högsta befattningsskikten (konstruktionschef och konstruktionsledare) finns gymnasie- och institutsingenjörer. Men det totala antalet personer i dessa positioner är relativt litet. Det blir därför bara en ytterst liten andel av alla gymnasieingenjörer och institutsingenjörer som är konstruktionsledare (mindre än 5 %) och än färre som är konstruktionschefer. Omvänt är den andel av civilingenjörerna som är förste ritare minimal (3 % 1970). Förändringarna sedan 1950-talet har varit små.(27)

Tabell 9:1. Procentuell fördelning mellan utbildningskategorier inom befattningsfamilj 310 (konstruktion utom anläggningskonstruktion).

Befattningstyp		1956	1960	1970
Konstruktions- chef	CI	61.0	70.9	67.5
	GI	24.6	21.2	18.5
	II	14.4	7.9	14.0
Konstruktions- ledare	CI	32.5	32.0	33.8
	GI	36.8	38.0	32.6
	II	30.7	30.0	33.6
Förste konstruktör	CI	11.7	11.7	11.1
	GI	38.2	37.0	37.4
	II	50.1	51.3	51.6
Konstruktör	CI	4.2	4.3	6.5
	GI	33.1	34.4	34.8
	II	62.7	61.3	58.7
Förste ritare	CI	1.8	1.1	0.8
	GI	32.3	32.4	45.2
	II	69.9	66.5	54.1

Källa: SOU 1971:62 Tabell 51 s 285.

Ritbiträden

För ritkontorets rutinuppgifter (renritning, textning, siffergranskning,

kopiering) finns särskild personal, främst ritbiträden och kopister. Deras arbetsuppgifter jämfördes redan i 1920-talets yrkesvägledningböcker med specialarbetarens på verkstaden. Ritbiträdena utför endast rent mekaniskt på papperet vad konstruktören uttänkt, påpekade rektor Pehrson 1924. De gossar som strävade efter att lämna kroppsarbetets slit och komma in i s k "fina" yrken, där man inte behövde smutsa ner sig, varnades av rektorn. De måste inse, "att ritarpojken som kopierar ritningar icke är den som bestämmer hur huset skall byggas. De borde förstå, att sådana personer endast registrera och anteckna, vad andra utfört och uttänkt".(28)

Verkmästaren och muraren på bygget var därför "trots sina arbetskläder ... personer av större betydenhet än en kopist på ritkontoret".(29)

Utbildad kvinnlig arbetskraft ersatte — med början i tjugotalets krisår — den manliga i dessa underordnade rutinuppgifter. Flickorna behövde dock inte varnas för ritbiträdes- och kopistarbetets tråkighet — tvärtom ansågs detta vara "ett yrke som flickor brukar trivas med" (enligt en yrkesvägledningbok från 1940-talet).(30)

Omkring 7 % av alla inom konstruktions- och ritarbetet är idag kvinnor. Därmed är det ett av de två tekniska områden där kvinnor deltar i någon större utsträckning. Det andra är laboratoriearbete, med 16 % kvinnor (1974). Härmed bekräftas Hubendicks ord från 1901 i *Hvad skall man bli?*: "Kvinnor kan visserligen användas inom den tekniska verksamheten men endast i inskränkt sådan, t ex som ritare eller kemist."(31)

Nära 40 % av kvinnorna på området är idag (1974) ritbiträden mot 1 % av männen (se tabell 9:2 s 170). Denna typ av arbete kräver knappast andra förkunskaper än "att kunna rita och texta snabbt och prydligt, vara utpräglad ordningsmänniska och ha sinne för ordning och precision" (1946).(32)

Så sent som vid mitten av 1950-talet fick en ritbiträdeskurs om tre månader på ASEA stor publicitet i fackpressen. Den ansågs vara den första i sitt slag, även om det utbildats enstaka kvinnliga ritbiträden på andra företag tidigare. Tio flickor på ASEA fick nu chansen att bli "utomordentliga hjälpkrafter åt konstruktörerna" och avlasta dem stora delar av rutinarbetet. Den kvinnliga förmågan beskrevs entusiastiskt: "De kan ta hand om skisser och av dessa göra ritningar som är fullt verkstads-mässiga, måttsatta och klara. När det gäller rent manuella arbetsmoment — som konstruktörerna själva tidigare fick syssla med — är de betydligt överlägsna sina i övrigt mer kvalificerade kamrater på ritkontoren."(33)

Idag väcker några kvinnliga ritbiträden knappast samma intresse. De lägsta uppgifterna inom konstruktions- och ritningsarbetet har blivit alltmer kvinnodominerade. År 1960 fanns något fler män än kvinnor i rit-

Tabell 9:2. *Mäns respektive kvinnors fördelning på olika befattningsskikt 1974 inom befattningsfamilj 310 (konstruktion utom anläggningskonstruktion), samt andel män respektive kvinnor inom varje befattningsskikt.*

	Antal män	%	Antal kv	%	Totalt	% män	% kv
Konstruktionschef	174	1	—	—	174	100	—
Konstruktionsledare	993	5	1	.	994	100	.
Förste konstruktör	3 849	21	5	.	3 854	100	.
Konstruktör	7 526	41	47	3	7 573	99	1
Förste ritare	4 658	25	207	15	4 865	96	4
Ritare	1 123	6	603	43	1 726	65	35
Ritbiträde	130	1	534	38	664	20	80
Samtliga	18 453	100	1 397	99	19 850	93	7

Källa: SIF/SAF/SALF Lönestatistik.

biträdesjobb. Femton år senare (1974) dominerade kvinnorna stort (80 %).

Under samma period har antalet personer som arbetar med konstruktionsarbete nästan fördubblats. Men kvinnornas andel är inte större än förut, utan har hållit sig kring 7 %. Det finns idag färre ritbiträdesjobb än vid 1960-talets början. Männen har lämnat dessa uppgifter för arbeten högre upp i hierarkin. Männen är i dag antingen konstruktörer på olika nivåer eller möjligen förste ritare. Kvinnorna är ritare eller ritbiträden. (Se Tabell 9:2).

Konstruktionsarbetets taylorisering?

Konstruktions- och ritarbetet är som annat arbete idag underkastat kapitalistiska krav på effektivitet och räntabilitet. Kraven framträder speciellt när konstruktionsuppgifterna börjar utgöra en stor och märkbar andel av produktionskostnaderna.

I föregående avsnitt har vi följt hur rit- och konstruktionsarbetet arbetsdelats för att bli mer effektivt. Under mellankrigstiden och framför allt efterkrigstiden uppstod dels en tydlig hierarkisering av det tekniska arbetet, dels en specialisering — man är idag inte längre ingenjör utan beräkningsingenjör, standardiseringsingenjör osv.

Under 1960- och 70-talen har två viktiga förändringar inträffat inom industrin. För det första har själva tillverkningsarbetet alltmer mekani-

serats och automatiserats. Det är i dag momenten före (och efter) den omedelbara produktionen som tar längst tid, är dyrbarast och som utgör den största flaskhalsen i den totala produktionsprocessen. För det andra har den höga utvecklingstakten vad gäller nya produkter under efterkrigstiden och den minskade produktlivslängden (se kapitel 3) medfört att produktutvecklingen tar en allt större del av företagets resurser i anspråk. Det har då legat nära till hands att försöka öka graden av styrning och kontroll i själva utvecklingsarbetet. De tidigare försöken att effektivisera konstruktionsarbetet har bedömts som otillräckliga.(34)

När det är fråga om *nykonstruktion* är möjligheterna till effektivisering av arbetet små. Arbetsuppgifterna är relativt svåridentifierade och svårplanerade. Metoder som värdeanalys används för att systematisera och effektivisera valet av konstruktionsalternativ.(35) ”Speciellt i större företag”, noterar ekonomerna Giertz och Andersson, ”har det ofta funnits en önskan att komma tillrätta med förseningar, bristfälligt resursutnyttjande och en känsla av oförmåga att utifrån styra och kontrollera olika utvecklingsprojekts framåtskridande och nytta.” Speciella planeringsgrupper, redovisningsrutiner, kostnadsbudgetering m m har införts som styrinstrument. Resultatet har blivit mer specificerade arbetsuppgifter, tätare kontroll och ökad arbetsintensitet. Det har lett till färre förseningar än förut – men också till ökad risk för sämre arbetsklimate och ontresantare produkter: engagemang, kreativitet och okonventionella lösningar planeras helt enkelt bort.(36)

För *senare mer rutinmässiga* stadier av konstruktionsarbetet (jfr figuren på sid 164) har mer förfinade metoder för arbetsmätning utvecklats. Målet är att öka arbetsintensiteten. Vid Centrala Flygverkstäderna i Västerås infördes t ex i början av 1960-talet ett system för tidkalkylering och planering av berednings- och verktygskonstruktionsarbete. Vi följer detta intressanta exempel, som bl a beskrevs i *Industritjänstemannen* 1966.(37)

Man utgick från en förteckning över de ritningar som måste tas fram i beredningen. Ritningsformaten bröts ned i A4-rutor och för var och en av dessa uppskattades *ritningstiden* genom jämförelse med förut gjorda A4-rutor som hade känd ritningstid och som insorterats efter tidåtgång i en s k nyckelarbetskatalog. Därefter bestämdes tidsåtgången för *konstruktionsarbetet* för varje A4-ruta genom att ritningstiden multiplicerades med en faktor mellan 0 och 8, beroende på konstruktionsarbetets komplexitet. Tidsåtgången för konstruktion och uppritning för de enskilda A4-rutorna adderades samman till total arbetstid för hela konstruktionen. Utifrån de framtagna delarbetstiderna gjordes en beläggningsplan för de berörda ingenjörerna.

Det egentliga konstruktionsarbetet kunde sedan kollas av mot planen.

Efter hand kunde tidåtgången för olika konstruktioner samlas i en erfarenhetskatalog. Ur denna kunde man dra ut ofta återkommande liknande konstruktionsarbeten och använda som "nyckelarbeten med normtid". På detta vis ökade produktiviteten på verktygsritningskontoren med 50 % 1965 över den gamla genomsnittliga. Kapitalets intresse för den här typen av arbetsmätning av konstruktionsarbetet angavs vara stort; en våg av rationaliseringsinsatser förväntades inom industrin "på ungefär samma sätt som när MTM införs på verkstadsarbete".(38)

Företagets ingenjörer angavs vara stolta över att delta i en "pionjärinsats". De var positiva till att arbetet blev mer planmässigt och att det fanns klara mål att arbeta efter. Gruppcheferna tvingades också ge ett bättre arbetsunderlag till konstruktörerna. I arbetsmätningens förlängning såg konsulten/artikelförfattaren ett införande av prestationslön. Han medgav dock att det kanske var bäst att "skynda långsamt".(39) Det är för mig okänt om något prestationslönesystem ännu införts för konstruktörerna vid CVV.

De traditionella arbetsredskapen

Rit- och konstruktionsarbetet har jag hittills beskrivit och diskuterat som ett "hantverksmässigt" arbete. De tekniska hjälpmedlen har varit få. Teknisk utveckling av dessa hjälpmedel har ägt rum, men haft relativt liten effekt på arbetets karaktär.

Låt mig precisera. I början av 1800-talet började blåkopior komma i bruk internationellt.(40) Vid Bolinders Verkstäder gjordes, som vi sett, kalkerpapper genom impregnering av silkepapper. I övrigt tycks blyertspennor och blått eller vitt papper ha varit de viktigaste arbetsredskapen; *Industritidningen Nordens* "intelligente hantverkare av den gamla stammen" gjorde sina stora utslagsritningar med kritstycken som värmts i smideshärden.

Papper och penna följer sedan troget alla skildringar av konstruktörens/ritarens arbete. Pennorna kommer så småningom i olika färger och hårdhetsgrader, papperet prepareras för att kunna ljuskopieras.(41) Passare, mallar och vinkellinjal tillkommer för att alla mått och vinklar skall bli exakta, liksom en sk ritmaskin för att underlätta arbetet. Betecknande nog är denna "maskin" egentligen ett redskap, i den bemärkelsen att den helt styrs av ritaren själv. Det är "en enkel men sinnrik apparat, som en ritare kan använda till litet av varje", som en yrkesvägledare skriver 1946. Han ger en närmare beskrivning: "Den kan enklast beskrivas som två vinkelställda linjaler, fästa i en ledad anordning som kan flyttas fram och tillbaka, upp och ned och i cirklar, utan att de båda

linjalernas läge i förhållande till varandra behöver ändras. I 'armbågen' på den ledade armen finns en rund manick med gradskiva och tappar eller spärrar. Vi ser att ritarna då och då vrider på den där manicken och ändrar på linjalens ställning."(42)

Räknestickan, som ofta uppvisas som ett ingenjörens kännetecken, började komma i bruk på 1850-talet. Dess princip hade varit känd sedan 1600-talet, men av sociala och praktiska skäl användes hellre andra beräkningsinstrument. När produktionskraven alltmer kom att beskrivas med hjälp av siffror och beräkningar, utvecklades räknestickan snabbt.(43) Odhners räknesticka kom 1878 och genomgick sedan en mängd förbättrings- och pseudoinnovationer. "Snurran" har i dag ersatts med miniräknare.

Andra arbetsbesparande hjälpmedel beskrivs i *Första ingenjörshandboken* från 1951: nomogrammet som var en ritning över ett matematiskt samband och som förenklade uträkningar typ hållfasthetsberäkningar; standardblad med uppgifter om standardiserade komponenter och deras beteckningar, osv.(44)

Den produktutvecklande ingenjörens arbetsmedel beskrivs ibland som ännu enklare. Blyerts, pappersblock, några böcker och tabeller samt en Facit räknemaskin var arbetsredskapen för AGAs optiske konstruktör på 1950-talet.(45) Litteraturmängden har därefter ökat. Speciella avdelningar har inrättats på företagen för litteratursökning och liknande teknisk service. Patent- och serviceingenjörer tillhör en växande grupp tekniska specialister på 1960- och 1970-talen.

I konstruktionsarbetet ingår förstås även experiment- och prototyparbete. Här har den tekniska utvecklingen varit större. Sedan mikroskopet infördes för första gången vid sekelskiftet för metallografiska undersökningar vid Sandvikens järnverk, har laboratortekniken förändrats åtskilligt.(46)

Sammantaget har dock det mesta av konstruktions- och ritarbetet hittills varit föga *tekniskt styrt*. De tekniska hjälpmedel som funnits har varit just hjälpmedel som underlättat annars tråkiga beräkningar och kopieringar. Också stora delar av dagens utrustning för att underlätta konstruktionsarbetet har ganska litet av teknisk styrning inbyggt i sig. Däremot har de liksom de organisatoriska förändringar som beskrevs i förra avsnittet bidragit till att *öka arbetsintensiteten*: "Nya kvaliteter på ritfilm och nya typer av ritmaterial har givit möjligheter att förkorta själva ritarbetstiden", skrev Svenska Mekanförbundet 1970. "Utvecklingen av bildkort har väsentligt förenklat ritningshantering, och tillkomsten av läsapparater och återsökningssystem har underlättat för konstruktören att hitta och utnyttja /gamla/ ritningar. Nya arkivsystem har kommit fram och nya typer av ritmaskiner utvecklats för att avlasta

rutinarbetet." Slutsatsen för Mekanförbundets tekniker är klar: "Ett bättre utnyttjande av denna utrustning skulle leda till en snabbare rationalisering av hela konstruktions- och ritarbetet."(47)

Vi är därvid framme vid dagens tekniska utveckling och den begynnande datoriseringen av konstruktions- och ritarbetet. Jag skall i kapitlets två sista avsnitt ta upp innehållet i och de tänkbara sociala konsekvenserna av det man idag brukar kalla "datorstödd konstruktion" eller CAD (Computer-Aided Design).

Datoriseringen av konstruktionsarbetet

Datorn ingriper i dag på alla områden av konstruktionsarbetet. Det gäller tex beräkningsarbetet, arbetet med testningar och prototyper, samt det egentliga konstruktions- och ritarbetet. Jag skall urskilja fyra områden där datorer redan nu är allmänt använda eller verkar få ett genombrott inom de närmaste åren. Det rör sig delvis om distinkta etapper av konstruktionsarbetet (se figuren s 164). Utvecklingen på dataområdet har emellertid lett till en allt större integration mellan dem.

Datorn som snabb räknemaskin

Redan på 1950-talet användes datorer för att behandla mycket stora räknevolymmer. Det gällde problem som vore ytterst tidskrävande eller helt omöjliga att lösa för hand.

Med datamaskinens hjälp kan vissa beräkningar av optimala konstruktioner, riskberäkningar o dyl göras noggrannare och snabbare än med någon annan metod. Likaså kan aspekter studeras som tidigare gav upphov till oöverskådliga kalkyleringsproblem, eller för vilka explicita formler för beräkning av optimum över huvud taget inte finns.(48)

Vanliga exempel på uträkningar som datoriserats rör hållfasthets-, svängnings- och strömningsberäkningar. Redan på 1950-talet använde SAAB datorer för fladderriskberäkningar av flygplansvingar. Den största användningen av datorer i Sverige i dag verkar dock vara för hållfasthetsberäkningar. Stora beräkningsprogram har införts från USA, där de utvecklats av datafabrikanterna. En del program har också utvecklats lokalt, vid högskolor och större svenska företag.

Ett sådant företag är Atlas Copco som, enligt tidskriften *Industriell Teknik* (1976), har utvecklat standardprogram för val av rullningslager, lösning av elementära hållfasthetsproblem, luftströmning i förgrenade nät osv. Företaget har egen datorutrustning, men för mer komplicerade

beräkningar, som vid stora hållfasthetsproblem, benyttar man sig (genom "time-share" system) av stora datacentraler ute i Europa.(49)

Ett annat exempel är HSBs Värme-Vatten-Sanitets (VVS)avdelning. Här har ett datasystem utvecklats för värmeberäkningar (för radiatorer, rör, kulvertar osv). Avsikten var att öka kvaliteten framför allt med tanke på energisparande i husen samt att avlasta konstruktörerna. Systemet var klart 1976. På grund av VVS-konstruktörernas motstånd hade det ännu ett par år senare inte tagits i bruk.(50)

Återkommande beräkningar

Datorer används även sedan 1950-talet för beräkningar som upprepas många gånger med förändrade ingångsvärden. Det måste då gå att formulera villkoren för konstruktionen med en väldefinierad beräkningsmodell.(51)

Datorer användes vid t ex dimensionering av skruvfjädrar, beräkning av kamkurvor eller vingprofiler, eller utformning av pumphjul för centrifugalpumpar. Med datorns hjälp uppnås större noggrannhet på kortare tid. Resultatet blir en ritning eller en tabell. Det kan också överföras direkt till en hållremsa för användning i numeriskt styrda verktygsmaskiner.(52)

Simulering

Ett tredje användningsområde är simulering av tekniska system eller konstruktioner. Datorn används här i utvecklingsarbetet med *nya* konstruktioner eller när man behöver göra modellstudier av olika slag: "Vid konstruktion av tekniska system som innehåller mekaniska, hydrauliska, pneumatiska eller elektriska komponenter är det ofta svårt att förutsäga systemets prestanda genom analytiska beräkningar", påpekar en ingenjör i *Teknisk Tidskrift* 1973. "Därför blir det nödvändigt att göra experiment med prototyper som modifieras tills önskad prestanda uppnås eller konstruktionen fungerar tillfredsställande."(53)

Sådana experiment — som jag beskrivit i kapitel 5 — blir lätt mycket kostsamma. Det kan bli nödvändigt att variera många parametrar och göra ett stort antal försök. Också tillverkningskostnaderna för prototypen stiger lätt i höjden. Ett billigare alternativ eller ett komplement kan då vara att simulera systemet med hjälp av en dator.

I vissa fall är datorn helt enkelt tekniskt nödvändig. Enligt konstruktörerna på Atlas Copco, hör "den period då man direkt från en produkt-

ide kunde konstruera en prototyp och vid provningen korrigera eventuella smärre felaktigheter . . . i de flesta fall till den 'gamla goda tiden'. Som följd av ökad komplexitet hos konstruktionerna och höjda krav på kvalitet måste vi utnyttja effektiva metoder vid värdering och utveckling av produktidéer, och då utgör matematiska modeller i kombination med datorernas räkneshastighet ett mycket bra verktyg.”(54)

Genom simulering i dator hoppar man så att säga över ett steg. Test- och modifieringsarbetet av en maskin eller apparat gjordes förr i fysisk mening: nu görs det i stället i datorn. Kostnaderna för verkstads- och laboratoriearbete reduceras därmed drastiskt, hävdar en bedömare: ”Provproceduren genom simulering leder till resultat som direkt kan lagras i datorns minne. Datorn kan sedan när det behövs skriva ut den nödvändiga dokumentationen, 'plotta' ritningar och schemata till prototypbygget.”(55)

Även i de fall där simuleringsmodellerna inte är tillräckligt noggranna och man fortfarande måste bygga en testmodell enligt traditionell metod, griper datorerna in. Framtagning av testresultat och -protokoll, diagram o dyl kan automatiseras. Kvalificerad laboratoriepersonal riskerar därmed att bli överflödig.(56)

Programmen och modellerna utvecklas ibland av det egna företaget. Det finns också färdiga programpaket att köpa, anpassade till de större datorerna. Mycket arbete krävs innan en konstruktionsidé – som ju ofta kommer i form av en enkel skiss av en tänkt funktion – kan omformuleras till en programmerbar modell. Vid Atlas Copco, som utvecklat egna program för simulering av funktionsanalys av bergborrar, påpekas därför, att det är viktigt ”att konstruktörer och dataspecialist talar samma språk”.(57) Jag skall längre fram i kapitlet återkomma till detta problem.

Grafiska tillämpningar

När man talar om datorstödd konstruktion (CAD) brukar man oftast syfta på dess grafiska tillämpningar. En dator försedd med grafiska hjälpmedel, t ex en kurvritare eller en bildskärm, är i vissa avseenden överlägsen en mänsklig ritare. Det går snabbare och blir noggrannare, speciellt om kurvans alla punkter kräver komplicerade beräkningar.(58)

När *Teknisk Tidskrift* beskrev CAD 1973 sågs den närmast som en framtidsvision, där ”konstruktören sitter vid sin datorterminal med en bildskärm framför sig och skissar en lösning med hjälp av en ljuspenna. Standarddetaljer plockas fram av datorn ur ett register och sätts ihop till en färdig konstruktion, som även dimensioneras med avseende på håll-

fasthet med hjälp av datorn. När konstruktionen är färdig matas den ut som ritning på ritmaskiner eller bläckstråleskrivare, som papperskopior av bilden på bildskärmen eller som dataunderlag för numeriskt styrda verktygsmaskiner, t ex i form av hålremсор.”(59)

Utvecklingen har sedan dess gått mot en allt större mångsidighet i systemet. Konstruktören kan vid bildskärmen ”experimentera” med sin konstruktion; se den i olika projektioner, lägga till redan konstruerade delar som lagrats i en databank, införa data om hållfasthet, material-egenskaper osv i konstruktionen. Med hjälp av sådan ”interaktiv databehandling” kan han snabbare och billigare söka sig fram till en mer optimal lösning än med manuella metoder.(60)

Man kan tala om en enklare och en mer avancerad variant av CAD. Den första varianten är vanligast. Datatekniken används för att ersätta manuell arbetskraft vid ritningsmässigt rutinarbete, t ex uppritning av standarddetaljer, måttsättning osv. Genom att standardelement kan lagras i datorn sparas mycket rutinarbete. (En amerikansk källa anger att ca 80 % av arbetet på ett ritkontor består av förändringar i existerande design).(61) Datorn används på detta sätt inom t ex varvsindustrin för tillskrifning av plåtar som skall formas till krökta ytor. Måtten blir noggrannare och material inbesparas.(62)

De flesta svenska tillämpningar av den här tekniken har gällt mekaniskt konstruktionsarbete. Men också inom byggnadskonstruktion har tekniken börjat tillämpas. HSB och en privat konsultfirma har på 1970-talet utvecklat ett datasystem för hus- och markritning, kallat Berit. Beteckningen står för Beräkning och Ritning. Systemet finns i två varianter. Den första beräknar och ritar stål- och betongstommar samt grundläggningsritningar till hus, utifrån ett begränsat antal inmatade grunddata. Den andra kan t ex rita nivåkartor och marksektioner.

Berit användes för ca 25 % av arbetsvolymen och då vid ritning av industribyggnader, kontorshus, varuhus och bostäder. Lönsamheten är störst vid stora projektserier med många upprepningar. Udda byggen, som enstaka villor, är än så länge billigare att rita för hand. Genom Berit kan en stor fullskaleritning nu bli klar på en halvtimme mot två dagar förut. Systemet är så utformat, att praktiskt taget vem som helst efter en kurs på tre dagar kan sköta inmatningen till Berit. På så sätt, hävdas det, hushållas med den dyrbara ingenjörstiden.(63)

I den mer avancerade formen av CAD kopplas konstruktionsarbetet till tillverkningsprocessen på olika sätt. Man talar idag om CAD/CAM-system (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing). Konstruktion och tillverkning knyts t ex ihop via direktnumeriskt styrda verktygsmaskiner. Också genom att konstruktionsdata görs tillgängliga via centrala databaser knyts konstruktion och tillverkning

närmre varandra. "Om tillverkningssidan har bildskärmsterminaler så kan man där studera en ny konstruktion medan den görs och med en gång bedöma dess inverkan på tillverkningsberedning, processteknik osv", hävdar en amerikansk tillverkare av CAD/CAMsystem. Produktionsplanering och beredning förväntas därmed gå snabbare.(64)

Ursprungligen användes CAD/CAM vid konstruktion och produktion av integrerade kretsar. Därefter har tekniken spritt sig. Fram till helt nyligen var det emellertid egentligen bara de stora elektronik-, flyg- och biltillverkarna som kunde utnyttja CAD/CAMsystem. Idag har tekniken förbilligats genom mikroprocessornas intåg. I varje fall i USA anges också mindre företag än de stora transnationella bolagen nu vara intresserade av CAD/CAMsystem. Man hoppas kunna spara in på höga konstruktörslöner. Bristen på kvalificerade konstruktörer ses som en annan orsak till intresset. CAD/CAMsystem utlovas i reklamen ge minst en fyrfaldig produktivitetsökning av konstruktionsarbetet. Ännu är dock — bör det påpekas — de tekniska problemen med att koppla ihop den datorstödda konstruktionen med tex numeriskt styrda verktygsmaskiner mycket stora.(65)

Vilka blir de sociala effekterna av denna utveckling?

Förespråkarna för CAD understryker fördelarna med automatiseringen av konstruktions- och beräkningsarbetet. Tid och kostnader minskar avsevärt. Brådskande beställningar kan klaras av, också med minde personal. Nya, mer optimalt konstruerade produkter kan tas fram. Produkterna blir enhetligare och beräkningsmetoderna kan standardiseras mellan olika delar av ett företag. Beslutsunderlagen blir av högre kvalitet. Mycket av rutinarbetet kan skötas av okvalificerad personal.

Det finns emellertid bedömare som ifrågasätter om besparingarna genom datorstödd konstruktion verkligen blir så stora som datatillverkarna och -konsulterna påstår. Kostnaderna för maskin- och programvara är rörtfarande höga, även om de minskar snabbt jämfört med lönekostnaderna.

Andra kritiker ifrågasätter kvaliteten. Den engelske teknikern och samhällsvetaren M J Cooley varnar för en alltför schablonmässig tillämpning av CAD. Datorn kan inte användas inom konstruktionsarbete som innebär estetiska bedömningar eller som berör komplicerad lay-out där många och motstridiga principer är inblandade. Datorerna kan inte heller lära sig av sina misstag och göra kontinuerliga kompromisser på samma sätt som mänskliga varelser.(66) När datorer ändå används i sådana sammanhang blir resultatet torftigt. Kerstin Anér beskriver hur maskin-

konstruktörer varnas av datatillverkare för att vara originella. Det går helt enkelt inte: "Någon eller några mjukvaruexperter hade vid något tillfälle bestämt exakt vilka lösningar på olika konstruktionsproblem som datorn skulle kunna användas till. Alla andra lösningar var från början utdömda". Också arkitekterna klagar enligt Anér: "... när de arbetar via en dator blir alla kurvor av en viss sort. Andra sorter, som ibland vore både vackrare och effektivare, är helt enkelt utprogrammerade från början."(67)

Även förespråkare för CAD medger att det är svårt att empiriskt avgöra om datorn lett till bättre konstruktioner. Andra förbättringar och rationaliseringar har ju ofta skett samtidigt. Det finns inga säkra metoder att utvärdera just CADs kvalitetseffekter.(68)

I ett längre perspektiv torde det främst vara de mindre företagen som kan få problem med kvaliteten, hävdar en ingenjör. "Små och medelstora företag förlorar mycket av sitt konstruktionskunnande; viktiga delar av konstruktionsarbetet sker nu med hjälp av köpta lösningar, i 'sluten låda', inbyggda i dataprogram. Leverantörerna av datasystem binder på detta sätt upp sina kunder. Dataleverantörerna utvecklar alltmer sofistikerade produkter (både maskin- och programvara) som kunderna förr eller senare, *måste* köpa om de vill hänga med i utvecklingen."(69)

Det för oss mest intressanta är datoriseringens effekter på konstruktions- och ritpersonalens arbetsvillkor. Jag skall ta upp fyra aspekter: arbetsuppgifternas innehåll, utbildningskravens förändring, arbetsmiljön och den eventuella arbetslösheten.

Arbetsuppgifter

CADs förespråkare hävdar att *konstruktionsarbetet* blir roligare med datorns hjälp: "Datorn gör det tråkigare rutinarbetet billigare. Människan kan i stället koncentrera sig på de delar av projekteringen som kräver kreativitet", påstår chefen för den konsultfirma som utvecklat Berit.(70) "Konstruktören avlastas och han kan ägna sig åt mer meningsfylld och kreativ verksamhet."(71) "Eftersom datamaskinen övertar rutinmässiga beräkningsuppgifter kan konstruktören friställas för nyskapande verksamhet i samband med vidareutveckling av produkten".(72)

Detta låter bestickande. Många tråkiga och tidsödande beräkningar kommer med datorns hjälp otvivelaktigt att försvinna ur konstruktionsarbetet. Men risken finns samtidigt att användningen av standardprogram och standardrutiner leder till en ökad styrning och en minskad kreativitet hos konstruktörerna: "Stimulansen att söka originella lösningar, möj-

ligheten att bestämma över uppläggningsen av det egna arbetet är nu borta för människorna i konstruktionsavdelningen.”(73)

Det är framför allt de nya ingenjörerna som riskerar att få begränsade erfarenheter av praktisk konstruktion. Deras förmåga att söka nya lösningar utanför rutinerna kan komma att minska. ”Man kan tappa möjligheten att skaffa erfarenheter för framtiden med den datorbaserade metoden”, påpekar några arkitekter som studerat datorbaserad fabrikslay-out. ”Manuell planering ger projektören en ’kunskapsbank’ av stort värde.”(74) Just denna personliga ”kunskapsbank” utnyttjas för övrigt i uppbyggande av datorprogrammen — för att sedan rationaliseras bort från konstruktörernas arbete. Faran är, att med den så försvinner också intuitionen och den personliga ”touchen” i arbetet, som är så viktig för den yrkesmässiga identiteten.(75)

Ritare på mellannivå kan — å ena sidan — tänkas överta en del av de arbetsuppgifter som standardiserats i och med användningen av datorer och som det nu är för dyrbart att låta högutbildade konstruktörer ägna sig åt. Å andra sidan kan mycket av deras nuvarande arbetsuppgifter utarmas. Ritarna blir ”skrivmaskinsbiträden”. Arbetet övergår till att fylla i datablanketter. Den engelske CAD-specialisten M E Leesley kommenterar ritarnas misstro mot datoriseringen: ”Det finns ett bristande samarbete, eller i varje fall en negativ inställning från ritkontorets personal, från vilka nödvändig information måste inhämtas för inmatning i det datorbaserade ritarbetet. Denna misstro förefaller botten i en fruktan för att deras personliga insats kommer att degraderas till att bestå i ifyllandet av datablanketter.”(76)

Leesley förmodar dock, att motståndet kommer att försvinna när ritarnas erfarenheter av grafiska datametoder blivit större och då ”ritarens yrkes stolthet efterhand överflyttats till nya färdigheter”.(77)

Utbildningskrav

Båda ritare och konstruktörer måste alltså inhämta nya färdigheter i och med datoriseringen av deras arbete.

”Datatekniken skulle kunna utnyttjas bättre än vad som sker i dag, men då behövs konstruktörer och konstruktionschefer med grundlig utbildning inom datorteknik”, påpekades i *Teknisk Tidskrift* 1973.(78) Idealet för många CADförespråkare är den ”semi-datoriserade” konstruktören, med både data- och ingenjörskunskaper. En sådan skulle, enligt Leesley, kunna ”ha kvar den inbyggda känslan för ett problems form och innehåll som räknesticke-ingenjören hade och som den ’helmekaniserade’ ingenjören antingen förlorat eller aldrig lyckats tillägna sig”.(79) En så-

dan mångsidigt och högt utbildad ingenjör skulle då i princip kunna tänkas få ett mer stimulerande arbete än tidigare, med möjlighet att följa nya uppslag och göra grundligare analyser än förut med datorns hjälp.

Beckmann och Vahrenkamp som studerat datorbaserad konstruktion i Västtyskland påpekar att det krävs ett nytt slags tänkande av den "semi-datoriserade" konstruktören. Arbetet blir mer abstrakt. Konstruktören — och ritaren — arbetar inte längre med "bilder" och ritningar, utan med alfanumeriska tecken och matematiska modeller. Vi är här långt från sekelskiftets krav på maskinkonstruktören att "icke allenast kunna konstruera och beräkna sina maskiner utan också kunna uppsätta och sköta dem".(80)

Arbetet vid bildskärmar och dataterminaler är av en mer generell karaktär än det tidigare konstruktions- och ritningsarbetet. Dess arbetsmedel är ju inte speciella för ritkontoret. Databehandlingens logik och arbetsmetoder ersätter ritpersonalens hantverksliknande precisionsarbete. "Terminaler och bildskärmar är . . . 'dataålderns' generella arbetsmedel som inte är specifika för konstruktionsavdelningen", påpekar Beckmann och Vahrenkamp; "därför blir tidigare högst specifika färdigheter nu mycket mer generella."(81)

Krav på omskolning och on-the-job träning ställs för att de nya systemen skall kunna fungera tillfredsställande och för att konstruktörer och ritare skulle kunna klara av det nya arbetet. Av kostnadsskäl prutar dock företagen gärna på konstruktörernas vidareutbildning. Bara det direkt nödvändiga lärs ut och någon generell förståelse hinns inte med. Risken är stor för att ingenjörerna blir "mekaniserade" snarare än "semi-datoriserade". Äldre ritare och konstruktörer kan dessutom tänkas få det speciellt svårt i övergången.(82)

Förutom de effekter datoriseringen har på konstruktörernas och ritarnas utbildningskrav, innebär den dessutom att nya, nästan helt okvalificerade arbetsuppgifter tillkommer på konstruktions- och ritkontoren. Som vi såg tidigare, utformas systemen ju ofta så att personer med ytterst kort utbildning kan sköta inmatningen (s 177).

Arbetsmiljö

Nya arbetsmiljöproblem uppkommer vid dataanvändning. Den mängd av information, som datorn förmedlar, kan vara psykiskt krävande att hantera. Köerna vid terminalerna kan medföra s k "data-stress". Arbetet vid bildskärmarna är tröttande för ögonen.(83)

Detta är generella problem vid dataarbete. Vad som särskilt gäller för CAD är att systemkostnaderna är höga och den tekniska förnyelsen

sker snabbt. Krav på ett fullständigt utnyttjande av maskiner och utrustning kommer därför att ställas. En av fördelarna med datorerna är dessutom att de kan utnyttjas vid plötsliga toppbelastningar – och med samma personal som i vanliga fall.(84)

Enligt Cooley har behovet av att förränta investeringarna i datakraft lett till krav på skiftarbete för konstruktionspersonal. Försök att öka arbetsintensiteten har också gjorts med hjälp av arbetsstudier och arbetsuppsplittring med tidsgränser satta för varje arbetsmoment (jfr diskussionen ovan s 171). Varje moment i personalens arbete måste i en genomplanerad datoriserad arbetsmiljö vara redo att stoppas in i processen vid exakt rätt tillfälle, påpekar Cooley: "En beräkningsingenjör kommer t ex att finna att han måste ha sina beräkningar färdiga i tid på precis samma sätt som en Fordarbetare måste ha gjort klart hjulet när bilen passerar förbi honom på det löpande bandet."(85)

Sysselsättning

Datorernas intåg kommer att leda till arbetslöshet, hävdar Cooley. "Behovet av arbetskraft för industriellt konstruktionsarbete kommer att minska", säger Beckman och Vahrenkamp något mer försiktigt.

Datafabrikanterna betonar själva de tids- och konstnadsbesparingar som kan göras av dyrbar ingenjörstid. Cooley citerar en annons, som enligt honom gör det helt klart varför företagen vill införa CAD: "Har du en kille som kan producera ritningar non stop hela dagen – aldrig tröttnar eller blir sjuk – aldrig strejkar – är lycklig med halva lönen – som har ett fotografiskt minne – då . . ." (86)

Det är rimligt att tänka sig att delar av företagens högkvalificerade konstruktörer – som ibland är i majoritet på konstruktionsavdelningarna – kommer att delvis ersättas med datorer.(87) Vad effekten kommer att bli för den lägre utbildade personalen är svårt att förutsäga, i synnerhet som effekterna kan tänkas skilja sig åt mellan olika slags konstruktionsavdelningar, företag och industrier. En eventuell facklig kamp för att behålla jobben eller påverka arbetsuppgifterna kommer naturligtvis också att få, idag svårbedömbara, effekter.

Sammanfattning

Jag har i detta kapitel sökt visa hur konstruktions- och ritarbetet förvandlats på ett delvis likartat sätt som det manuella arbetet.

När rit- och konstruktionsuppgifterna blev mer omfattande, uppdelas

des för att processen skulle effektiviseras och "rätt man" hamna på "rätt plats". I praktiken har detta lett till att männen idag är konstruktörer och kvinnorna innehar de underordnade ritar- och ritbiträdesjobben. En utbildningsmässig hierarki har också uppstått där de flesta konstruktörsuppgifter, utom chefsuppgifterna, ansetts vara uppgifter för gymnasie- och institutsingenjörer och civilingenjörerna koncentrerats i de högre befattningsskikten.

När konstruktörs- och ritkostnaderna under 1960- och 70-talen börjat bli en stor andel av de totala arbetskostnaderna på företagen — p g a arbetsuppgifternas tillväxt och p g a bortrationaliseringen av de manuella jobben — har krav uppstått på en effektivisering och rationalisering också av det intellektuella arbetet. Jag har i kapitlet diskuterat både de organisatoriska metoder, som arbetsmätning, och de tekniska åtgärder som kapitalet sökt införa för att öka konstruktörernas arbetsinsats. Införandet av datorer i konstruktionsarbetet kommer bli att innebära att många rutinbetonade uppgifter försvinner från konstruktörerna och kan läggas på korttidsutbildad personal. Sk datorstödd konstruktion kan leda till ett mer mångsidigt och intressant arbete för ett fåtal, allsidigt utbildade konstruktörer. Men datorerna riskerar också att leda till ett minskat antal konstruktions- och ritarjobb i framtiden samt till att göra många av de kvarvarande arbetsuppgifterna mer koncentrerade och styrda än idag.

10. Arbetsintensitet och kontroll: om taylorism och ingenjörarbete i 1900-talets början

Jag skall i detta kapitel diskutera hur organisatoriska och företagsekonomiska frågor kom att ses som en naturlig del av ingenjörernas arbetsuppgifter.(1)

Det tekniska arbetets domäner utvidgades från början av 1900-talet av orsaker som kan anges på två vis. Å ena sidan var det en effekt av arbetsgivarnas försök att öka kontrollen över den manuella arbetskraften i produktionen. Den omedelbara bakgrunden var skärpt internationell konkurrens samt en intensifiering av motsättningarna mellan arbete och kapital. Å andra sidan var de personer som införde och propagerade för dessa åtgärder ofta ingenjörer. Åtgärderna präglades av en "ingenjörssyn" på produktionen och dess motsättningar. De innebar, där de infördes, en utvidgning av ingenjörernas och teknikernas befogenheter utöver de klassiska tekniska arbetsområdena. Pläderingen för en rationalisering av produktionen kan därför också ses som en aspekt av de svenska ingenjörernas strävanden kring sekelskiftet att nå större inflytande i samhälle och näringsliv.

Min utgångspunkt i det här kapitlet är den diskussion om *arbetsintensiteten* som fördes bland arbetsgivare och ingenjörer under 1900-talets första årtionden. Jag skall diskutera de hinder som fanns för att höja arbetsintensiteten inom industrin och de olika åtgärder som föreslogs. Frederick Winslow Taylors system för "Scientific Management" eller "Rationell arbetsledning" kom härvid att spela en viktig principiell roll, tillsammans med andra system för att rationalisera produktionen.(2) Taylor själv såg sitt system som en lösning just på arbetsintensitetens problem. I sin bok *Rationell Arbetsledning* skrev han:

"Den tysta eller öppna öfverenskommelsen mellan arbetarna att 'tryna' i arbetet, dvs att med uppsåt arbeta så långsamt, att ett verkligt ärligt dagsarbete ej åstadkommes . . . är öfverallt gängse inom industrin . . . Jag tror mig utan fara att blifva motsagd kunna påstå, att detta förhållande är det största onda, hvaraf den arbetande befolkningen i våra dagar lider."(3)

Arbetsgivarnas problem rörde hur arbetarna använde den *tid* som de till-

bringade på arbetsplatsen. Jag skall först sätta in detta problem i en teoretisk ram och därefter ange det politiska och ekonomiska sammanhang vari debatten om arbetsintensiteten fördes. I kapitlets senare avsnitt diskuteras de möjligheter som fanns i början av seklet att kontrollera arbetarnas tidsanvändning, samt de nya perspektiv som öppnades för arbetsgivare och ingenjörer i och med introduktionen av de tayloriska idéerna. Det är tiden fram till 1920-talets mitt som står i fokus; därefter kan man anse att rationaliseringstanken fått mer allmänt fotfäste i svensk industri.(4)

Arbetsintensitet och mervärdesproduktion

Utgångspunkten är *arbetsdagen*. Denna kan indelas i nödvändig arbetstid, som är den tid då arbetaren producerar ett värde som motsvarar värdet hos de produkter som ingår i den dagliga reproduktionen av hans arbetskraft, samt merarbetstid, då han producerar mervärde för kapitalet. Dessa båda delar flyter samman under arbetsdagen, då arbetaren hela tiden står under arbetsgivarens överinseende och arbetar med produktionsmedel som tillhör kapitalet. Delarna går dock att analytiskt hålla isär.

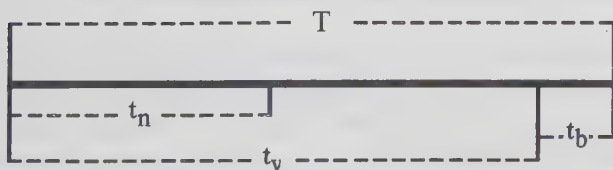
Vi kan också — med hjälp av en artikel från *Teknisk Tidskrift* från 1894 — särskilja den tid "arbetaren står i tjänst" hos arbetsgivaren från den tid "han står i beredskap att vara verksam" samt från den faktiska "verksamhetstiden".(5) I figuren nedan är

T = den dagliga tid under vilken arbetaren står i tjänst

t_b = den tid han står i beredskap att vara verksam

t_v = den tid han är verksam och utger arbete

t_n = den tid som motsvarar reproduktionen av hans arbetskraft



Merarbetstiden uttrycks i skillnaden mellan t_v och t_n , medan t_b är ett uttryck för vad man utifrån Marx kan kalla arbetsdagens "porositet".(6) Arbetsdagen innehåller väntan, pauser och mer eller mindre reglerad

ledighet. Ur arbetsgivarens synvinkel är detta improduktiv och bortkastad tid.

Vi kan skilja mellan de mer sammanhängande ledigheterna, som de "frukost-, middags- och aftenvardraster" som artikeln 1894 räknar med, och de "porer" i arbetet som uppstår under själva genomförandet av en arbetsuppgift. De första regleras i avtal. De senare avhänger av hur väl det kollektiva arbetet är integrerat samt av varje enskild arbetares arbetsintensitet. När arbetarna ensamma känner till hur ett arbete bäst skall utföras har de givetvis större möjligheter att själva lägga upp sin arbetsdag och själva bestämma såväl dess "porositet" som dess "täthet", dvs över pauser och arbetsintensitet.

Å andra sidan söker det enskilda kapitalet ständigt öka merarbetstiden för att kunna överleva i konkurrensen med andra kapital. Jag skiljer på tre huvudsakliga tillvägagångssätt i denna strävan.

Att förlänga T med en motsvarande förlängning av t_v

Marx beskrev i *Kapitalet* hur arbetsdagen under kapitalismens första skede förlängdes bortom det uthärdligas gräns, men också hur arbetarnas kamp för en kortare arbetsdag så småningom gav resultat.

Inom den svenska industrins mest expansiva gren — verkstadsindustrin — kom 1905 års verkstadsavtal att stadfästa den förkortning av arbetstiden från 63 till 57 timmar i veckan, som den fackliga offensiven kring sekelskiftet hade bidragit till.(7) Inom industrin som helhet sjönk arbetstiden från i genomsnitt 11,1 timmar per dag 1895 till 10,0 timmar 1905/06.(8)

Möjligheten att öka merarbetstiden genom en förlängning av T var historiskt uttömd vid 1900-talets början. Arbetsgivarnas problem blev akut vid 8-timmarsdagens införande efter första världskriget. Arbetsprestationen och arbetsintensiteten under den tid arbetaren faktiskt "stod i tjänst" kom därför att stå i fokus för arbetsgivarnas intresse.(9)

Att öka t_v relativt till T eller att minska t_b

Detta kan ske på tre sätt.

(1) Genom att ta bort arbetsfria men i den betalda arbetstiden inräknade pauser. Icke tillåtna raster kan minskas genom en skärpt kontroll. Alf Johansson har för ett "normalfall" inom verkstadsindustrin beräknat att hälften av arbetstidsförkortningen på nio timmar per vecka efter första världskriget i princip kunde återvinnas på detta sätt.(10)

(2) Genom att minska den väntetid *mellan* arbetsmomenten, som beror på tekniska eller organisatoriska brister. Arbetet skall idealt fortgå i en jämn ström hela dagen utan "onödiga" pauser eller uppehåll för att hämta verktyg, ställa i ordning maskiner, invänta arbetsmaterial, reparera maskiner och verktyg osv.

(3) Genom att minska den tid det tar att utföra de enskilda arbetsmomenten, dvs genom att öka *arbetstakten*.

Själva sänkningen av T kan leda till en spontan höjning av arbetsintensiteten — arbetarna orkar nu arbeta fortare. Så tycks ha varit fallet vid övergången till 10-timmarsdagen, men inte senare.(11)

Att minska t_n

Om den enskilde arbetsgivaren inför produktivitetshöjande maskiner, kan en större mängd varor tillverkas med utgivande av mindre mänsklig energi än tidigare. Varuvärdet sjunker. Kapitalisten kan sälja sina produkter till ett värde över deras individuella men under det samhälleliga genomsnittsvärdet i branschen. Han kan då tillgodoräkna sig ett extravärde, som dock försvinner när andra kapitalister infört den förändring som gett högre produktivkraft i arbetsprocessen. I det långa loppet förbilligas de produkter som ingår i arbetskraftens reproduktion; arbetskraftens värde sjunker; t_n minskar.(12)

Vid 1900-talets början var det framför allt *arbetsintensiteten* och inte produktiviteten som diskuterades. Problemet sågs i huvudsak som arbetarnas fel. Det var deras arbetstakt som måste öka och pauserna i arbetet som måste minska. Somliga representanter för arbetsgivare och ingenjörskår pekade dessutom på arbetsgivarnas plikt att införa en bättre integrerad produktion.

Vi kommer här in på den konkreta ekonomiska och fackliga situationen i Sverige under tiden kring första världskriget, då diskussionen om arbetsintensiteten fördes.

Det rörde sig om en period av skärpt kamp mellan arbete och kapital. I seklets början hade arbetarnas fackliga strävanden gett påtagliga ekonomiska resultat fram till storstrejken 1909. Därefter var det arbetsgivar sidan som dominerade. Efter kriget var återigen motsättningarna mycket intensiva.

Konkurrens och arbetsintensitet i svensk verkstadsindustri

Den svenska industrin växte i snabb takt från 1890 till första världskriget. Vid sekelskiftet var verkstadsindustrin den största industriella arbetsgivaren; ca 19 % av alla arbetare fanns inom denna industri 1899/1908.(13) År 1900 arbetade 30 000 arbetare inom verkstadsindustrin, 1912 hade antalet stigit till 66 000.(14) Verkstadsindustrins produkter stod 1916 för 16 % av exportinkomsterna mot 3 % 1890 – och då hade ändå den totala exportinkomsten ökat femfald. Nära hälften (42 %) av verkstadsproduktionen såldes utomlands 1912.(15)

Denna industriella expansion gav utrymme för förhoppningar om en rik framtid. En skribent i Svenska Arbetsgivarföreningens tidskrift *Industria* ansåg 1908, att ”det har länge legat i den svenska nationens medvetande, en aning, sedermera en visshet” om att landets rika råvaru- och energikällor ”borde bilda den säkra grundvalen för en industriell rangställning, kanske till och med en stormaktsställning bland industri-länderna.”(16)

Det industriella uppsvinget hotade dock, enligt skribenten, att bli en ”koloss på lerbettor”. Utträdet på den internationella marknaden krävde en rationellare produktion och en annan kostnadsutveckling än den som ägt rum i den svenska industrin.

De svenska verkstadsföretagen var vid denna tid av minst tre olika slag.

För det första fanns en specialiserad storindustri med exportinriktad tillverkning och hög investeringstakt. Denna industri hade tillkommit på 1880- och 90-talet och byggde på svenska uppfinningar som kullager, separatorer, turbiner, gasackumulatorer osv. Av dessa intog kullager och separatorer en särställning; genom sin tekniska överlägsenhet kunde de exporteras överallt i den industrialiserade världen. Övrig specialiserad verkstadsindustri sålde främst på den expanderande ryska marknaden. Utan denna marknad och de långa produktionsserier som den möjliggjorde, skulle delar av den svenska verkstadsindustrin knappast kunnat utvecklas så snabbt som faktiskt skedde före första världskriget.(17)

För det andra fanns en äldre typ av relativt stora företag, typ Bolinders verkstäder, som delvis hade specialtillverkning och delvis ägnade sig åt mångsyssleri och då åtog sig praktiskt taget allt en kund begärde. Även i landsbygdens bruksverkstäder levde det gamla mångsyssleriet kvar.(18)

För det tredje fanns en mängd små och medelstora verkstäder, ibland med anor från 1800-talets mitt. De flesta hade dock grundats kring sekelskiftet. Dessa företag specialiserade sig på olika maskintyper allt eftersom de tedde sig lönande. Den tekniska utvecklingen var snabb. De nygrun-

dade företagen medförde skärpt konkurrens och pressade priser på hemmamarknaden, där det uppstod en överproduktionskris. På olika sätt var därför de större företagen tvungna att effektivisera driften för att öka sin marknadsandel inom landet och helst också utomlands.(19)

I den här situationen ansåg arbetsgivarna att en av de viktigaste åtgärderna var att skapa *arbetsro* – vilket tolkades som att kapitalets rätt att leda och fördela arbetet inte fick ifrågasättas. Den andra viktiga åtgärden var att höja *arbetsintensiteten*: Frågan om arbetsintensitet och arbetsledning, skrev överingenjör Nils Fredriksson i *Verkstäderna* storstrejkåret 1909, ”berör oss på det allra intimaste. På den hvilar rent af hela vår samhällsordning, vårt folks existens. Det gäller i stort som i smått, hvem som skall vara den ledande bland oss, bland nationerna och bland folkslagen.”(20)

Arbetarklassen hade sedan 1890-talets slut genom fackligt arbete lyckats tillkämpa sig en arbetstidsförkortning och höjningar av arbetslönerna. Det var nu dags för arbetsgivarna att gripa initiativet och kräva en höjd arbetsintensitet. Fredriksson och Palmgren skrev 1908: ”Arbetslönernas stegring har . . . kommit endast som en följd af en lika skickligt som hänsynslöst ledd lönerörelse från arbetarhåll. Arbetsgivarna hafva, förblindade af uppgående konjunkturer, ej i tid förstått att organisera sig och möta arbetarnas fordringar med en motfordran på ökad arbetsintensitet.”(21)

Arbetsintensitet och facklig kamp

Som arbetsgivarna såg det, hotades den svenska industrins möjligheter att tävla på världsmarknaden från två håll: å ena sidan av arbetarnas fackliga organisationer som drivit upp lönerna till en för konkurrensen oacceptabel nivå, samt, å andra sidan, av en låg och sjunkande arbetsintensitet på verkstäderna.(22)

En delvis ny syn på arbetarklassen, färgad av motsättningarna kring storstrejkens år 1909, började avlösa arbetsgivarnas traditionella, paternalistiska. Arbetarna ansågs ”lata sig”, ”tryna”, på grund av allmän lättja eller av ”trångsynthet”. Arbetarna ansåg nämligen, enligt arbetsgivarna, att ”ju mindre arbete de utför desto fler arbetare måste beredas plats för att verkstäderna skall kunna utföra beställningen.”(23) De svenska arbetarna betraktades som yrkesskickliga och saknade förvisso inte förmågan att arbeta lika fort som sina utländska kolleger. Däremot saknade de, enligt arbetsgivarna, viljan. Ingenjör Gunnar Laurell, sedermera verkställande direktör i Verkstadsföreningen, uttryckte denna uppfattning i en artikel 1911; ”den svenske arbetaren betraktar arbetet endast som ett tyngande

onus, och man skulle vara benägen att tro, att hans liffsideal vore att ligga på ryggen i solskenet och gapa för de stekta sparvarna, som borde flyga rätt i munnen på honom.”(24)

En icke ringa del av skulden lades på ”de socialistiska agitatorerna”. De enskilda arbetarna sågs som i sig villiga att arbeta, men de förhindrades därtill av sina fackliga organisationer. I *Verkstäderna* nr 4/1906 refererades sålunda en gjutmästare som beklagade sig över situationen på sin verkstad: ”Förhållandet är nämligen så, att arbetarne öfvervaka hvarandra för att ingen enligt deras åsikt skall arbeta för mycket. Det lär äfven (som det uppges med fackföreningens vetskap) finnas en kommitté inom varje gjuteri, som kontrollerar huru mycket arbete som blir utfördt, och på så sätt bakom arbetsledarens rygg motarbetar arbetets drift.”

Kommentaren från *Verkstädernas* redaktör är upprörd: ”Huru skall det vara möjligt för den svenska industrin att äga bestånd och utveckla sig då den icke blott pressas mellan den utländska konkurrensen och de allt jämt uppdrifna lönerna utan är hänvisad därjämte till arbetskrafter som sträfvat *bakåt* i stället för *framåt*?”

Han uppmanar därför arbetarna: ”I sanning, det är på tid att nu göra er kvitt det förnedrande inflytande, en flock oförsynta ungsocialister och samvetslösa agitatorer förstått tillvälla öfver er, ett inflytande som fört er ända därhän att ni förneka er själfva — er naturliga fallenhet, arbetslust, yrkesskicklighet och förmåga att göra er gällande på arbetsmarknaden.”(25)

Verkstädernas klagomål återkommer i liknande tappningar senare; så slår t ex signaturen GAJ fast i en artikelserie i *Industria* år 1910, att ”det kan väl icke . . . råda något tvifvel därom, att arbetarorganisationerna konsekvent sträfvat att sänka prestationen, vare sig man fattar bestämda beslut därom å sammanträdena eller man nöjer sig med öfverenskomelser man och man emellan.”(26)

Frågan om arbetsintensiteten var således nära kopplad till kampen mot arbetarnas organisationer och deras lönekrav. I denna period av skärpta motsättningar var en metod att öka arbetsintensiteten att rensa ut alla de ur arbetsgivarsidans synpunkt ”primitivare och äldre avtalsformer, hvari arbetsgifvarne direkt eller indirekt medgifvit arbetarne någon bestämmanderätt ifråga om prestationens storlek”.(27) Andra metoder gick ut på att förflytta eller avskeda ”de samvetslösa agitatorerna”, klämma åt ”de arbetare som bevisligen inte gör skäl för sig”, ”sätta makt bakom orden” och utnyttja de befogenheter som SAFs § 23 och strejkförbudslagen i 1905 års verkstadsavtal gav åt arbetsgivarsidan.(28)

Arbetsgivarsidan kunde således utnyttja sin fria rätt att avskeda dem som ”inverkade begränsande på produktionen” och sin rätt att leda och fördela arbetet. Men detta medförde inte automatiskt någon höjning av

arbetsintensiteten. Hur detta skulle kunna ske var föremål för mycken diskussion vid denna tid. Vi kan urskilja ett antal metoder som innebar olika kombinationer av morot och piska åt arbetaren.

Existerande metoder att höja arbetsintensiteten

"Kontroll är det första som fordras, så att arbetsledningen kan ovedersägligen påvisa, huru mycket eller litet, som i verkligheten blivit uträttat . . . och kontrollen bör vara så detaljerad som möjligt och helst behandla hvarje arbetare för sig, så att den så litet som möjligt lämnar tillfälle till kryphål och undskyllningar . . . *En ständigt verkande, tillförlitlig och sträng kontroll, är det första villkoret för en god arbetsintensitet.*"
(N. Fredriksson 1909)(29)

Kontroll är ett nyckelord för förståelsen av de förändringar som började införas i företagen under 1900-talets första årtionden. Kapitalets kontroll över arbetet började nu ta sig mer strukturella former som bistod och delvis ersatte den traditionella personliga kontrollen och pådrivningen. Utövandet av makt institutionaliserades efter hand i företagens maskinella och organisatoriska struktur. Speciellt märkbar – och nödvändig – var denna utveckling i de expanderande, mer anonyma storföretagen.(30)

Jag skall kort ta upp de vid 1900-talets början existerande metoderna att kontrollera och öka arbetets intensitet: personlig pådrivning, mekanisering, ackordslönesystem. Vi kan här få en bakgrund till varför den "rationella arbetsledningen" enligt Taylors modell, hälsades med intresse när den introducerades i Sverige kring första världskriget.

Personlig pådrivning och kontroll

Relationen mellan arbete och kapital förmedlas, så snart företaget nått en viss storlek, av verkmästare och förmän, "kapitalets underofficerare", som Marx kallade dem.(31) Dessa yrkeskategorier deltog också i debatten om arbetsintensiteten och ansåg sig ha speciella skäl härtill. En verkmästare skrev bl a: "Den grupp av arbetsledningen, som står i närmaste kontakt med arbetarna; nämligen arbetsunderbefälet, äger på grund av sin, i de flesta fall, mångåriga praktik som arbetare, de största förutsättningar att kunna bedöma intensiteten hos vederbörande arbetare, samt påvisa och upphjälpa möjliga brister härvidlag."(32)

Arbetsledaren skulle, enligt ett sätt att se, städse uppträda "humant men bestämt mot sina underlydande", inte spara på erkännande när arbetarna gjort sig förtjänta därav, undervisa dem och uppmuntra deras ansvar och intresse för de gemensamma uppgifterna.(33) Det fanns dock andra åsikter inom verkmästarkåren. En ingenjör Blume ansåg således i *Sveriges Verkmästartidning* år 1913, att arbetsintensiteten måste höjas genom ett "strängt och detaljerat övervakande . . . med en lagbas i spetsen, hvilken skall hålla efter sin tropp och se till att ingen skolkar."(34)

Den personliga pådrivningen hade sina brister. Antingen var den för "human" och därför ineffektiv, eller för "strängt och detaljerad" och ledde till irritation och konflikter med arbetarna. Arbetsledarnas position blev mer komplicerad ju större företaget blev och ju mer öppet mot-sättningen mellan arbete och kapital framträdde. I många fall kunde de samtidigt hamna i konflikt med båda sidornas intressen. Både arbetsgivare och arbetare såg därför — paradoxalt nog — en mer "rationell" eller "rättvis" arbetsledning som något önskvärt; arbetsledarnas personliga egenheter skulle där ha minimerats eller eliminerats.(35)

Mekanisering

Den personliga pådrivningen kunde göras mer effektiv genom en ökad mekanisering. Många arbetsgivarrepresentanter såg en lösning på det svenska arbetsintensitetsproblemet i en maskinmässig masstillverkning enligt amerikanskt mönster. Så beskrev Nils Fredriksson år 1908 några av mekaniseringens fördelar inför den Skånska Ingenjörsklubben i Malmö:

"Genom masstillverkning blir driften förenklad, såtillvida att den med större tillförlitlighet kan kontrolleras och arbetsintensiteten höjas . . . Framför allt framträder möjligheten att . . . använda arbetsbesparande maskiner och anordningar . . . som i otrolig grad verkar främjande icke allenast direkt genom människoarbete som sparas, utan även indirekt genom inverkan på arbetarens flit och intresse, som *sporrar genom fortgången och ej kan slappas så länge maskineriet hålles igång.*"(36)

Vid 1900-talets början var man i Sverige emellertid långt ifrån vad som då kallades "flytande tillverkning". Specialisering och massproduktion förekom endast inom en mindre del av verkstadsindustrin, och då främst i den del som arbetade på export. Den snabba tekniska utvecklingen gjorde att inte ens de specialiserade verkstäderna helt kunde standardisera sin tillverkning. Omläggning till specialtillverkning av ett begränsat antal typer var, som det ofta påpekades, förenat med stora kapitalutlägg och ökade risker. I stället rekommenderades att utnyttja vad som redan fanns på ett mer effektivt sätt.(37)

I den typ av verkstadsorganisation som var vanlig vid denna tid uppkom två slags "spilltider". Dels den som berodde på bristande integrering mellan arbetarnas och maskinernas uppgifter. Dels en som berodde på bristande kontroll över den enskilde arbetarens arbetstakt.

För att få någorlunda långa serier och slippa ställa om maskinerna för ofta, grupperades de i regel tillsammans. Svarvar för sig, fräsmaskiner för sig osv. De delar som skulle bearbetas flyttades från ställe till ställe, via mellanlager, innan de slutligen fördes samman för hopsättning i montageverkstaden. Denna typ av arbetsorganisation innebar en stor tidsspillan, när komponenterna förflyttades mellan de olika maskingrupperna och arbetsställena. Problemet ökade med arbetsplatsens storlek och vid ökad arbetsdelning.(38) Rationaliseringen efter kriget inriktade sig därför i hög grad på införandet av traverser, rullbanor och kärror för att göra produktionen mer "flytande".(39) Detta krävde dock investeringar som inte alla företag ansåg sig ha råd med.

Vad gällde det andra problemet, att öka den individuella arbetstakten med maskinernas hjälp, varierade möjligheterna. Marx beskriver i *Kapitalet* två sätt att med existerande teknik "förtäta" arbetsuppgiften för arbetaren:

- genom att ge varje arbetare fler maskiner att sköta
- genom att öka maskintakten.(40)

Frågan om *hur många* maskiner en arbetare skulle sköta hade ingalunda ett självklart eller neutralt svar. Arbetarna gjorde hårt motstånd mot att behöva övervaka mer än en maskin. Ökad stress och större risker skulle följa med det ökade ansvaret. Arbetsgivarna menade att detta var rent nonsens. Signaturen GAJ skrev 1910 i *Industria*, att "det finns många maskiner, t ex svarfvar som kunna gå med samma inställning i flera dagar och på intet sätt kräva mer än en blick då och då." Detsamma gällde en rotationspress som "en gång väl inställd sköter sig själv". Men tryckarna i de svenska boktryckerierna hade tyvärr, enligt GAJ, lyckats utverka, att en man inte kunde beordras att övervaka mer än en press. Således kunde tryckaren, menade GAJ, "om det behagar honom . . . sätta sig att dingla med benen eller läsa Soc.-Dem."

Inom den mekaniska verkstadsindustrin hade emellertid arbetarna lidit nederlag. "Principen 1 man — 1 maskin /hade/ på sin tid stått på arbetarorganisationernas önskelista, men utan resultat." Den som vägrade sköta fler maskiner avskedades och vid tiden för första världskriget torde det, enligt GAJ, "höra till undantagsfallen, att denna princip hos arbetare tolererades."(41)

Maskintakten kunde av tekniska skäl inte ökas hur mycket som helst. Ett annat hinder låg i de yrkesskickliga arbetarnas möjlighet att själva bestämma hur och hur snabbt de ville arbeta. Detta gällde inte bara de arbe-

tare som ställde i ordning maskinerna, uppmonterade och reparerade dem. Också de mer specialiserade arbetarna hade en betydande självständighet. Deras antal var ännu begränsat och därför var en arbetare som var skicklig i att sköta ett komplext maskinverktyg mer lik en hantverkare än en tempoarbetare; han kunde svårligen ersättas med kort varsel och hans arbetsgivare led stora förluster när dyrbar maskinutrustning stod oanvänd.(42)

Dessa yrkesskickliga maskinskötare visste sitt värde. De kunde i viss mån organisera sitt arbete och bestämma sin arbetstakt efter eget behag. De tenderade därför ur kapitalets synpunkt att vara mindre "effektiva" än de direkt övervakade hantlangarna och tempoarbetarna.(43) "Piskan" i form av ökad disciplin och övervakning hade inte alltid den åsyftade effekten. "Moroten" i form av ackords- och prestationslöner, hoppades arbetsgivarna då skulle ge "en automatisk kontroll över arbetstidens nyttjande" och därmed en ökad produktion.(44)

Ackordslönesystem

I Sverige började ackordslöner bli vanliga vid 1800-talets slut. Enligt Torsten Gårdlund kom genombrottet för verkstadsindustrins del på 1890-talet i samband med specielföretagens expansion.(45)

De samtida arbetsgivarna hävdade att de svenska arbetarna var mer gynnsamt inställda till ackordslönesystemet än deras kamrater i andra länder.(46) Arbetarna själva såg dock med skepsis på dess fördelar. Tidningen *Socialdemokraten* skrev exempelvis 1908 om "en viss maskin- och velocipedfabrik" där "timlönen är låg, som på alla mek. verkstäder, men yrkesarbetarna äro ej beroende av den, ty arbetet utföres på ackord och därigenom har arbetsintensiteten drivits upp så att inkomsten varit relativt god." Men resultatet blev avdrag på ackordspriset med 20–40 % och däröver. *Socialdemokraten* sammanfattade: "Det är de svenska arbetsgivarnas vanliga sätt att uppmuntra och främja arbetsintensiteten. När arbetarna drivit upp sin färdighet så att inkomsten går upp, till en 60, 70, 80 öre per timma, då göres det avdrag och inte måttligt heller."(47)

Detta var långt ifrån något enstaka fall. Arbetsgivarnas och arbetarnas uppfattning om hur lång tid som var skälig för utförandet av ett visst arbete skilde sig helt åt. Kampen stod hård om vems tolkning som skulle gälla vid ackordssättning och betalning.(48)

Ackordssystemet blev lätt, under existerande förhållanden, något som ledde till godtycke, irritation och lägre, i stället för högre arbetsintensitet. "Sedan en arbetare fått priset på sitt arbete . . . nedsatt två eller tre

gångar som en följd av att han arbetat flitigare och ökat dagsproduktionen, förlorar han efter all sannolikhet förståelsen för arbetsgivarens syn på saken och blir genomträngd av en fast föresats att icke utsätta sig för några vidare prissänkningar, om det förhindras av att han arbetar långsamt,” skrev F W Taylor själv i sin bok *Rationell Arbetsledning*.(49)

Sammanfattning

De svenska arbetsgivarna såg den ”bristande arbetsintensiteten” som ett av de största hindren för en svensk industriell expansion under 1900-talets första årtionden. Detta var i hög grad ett ideologiskt uttryck för den skärpta kampen mellan arbete och kapital, men också för den svenska industrins otidsenliga tekniska och organisatoriska struktur. Problemen att nå större effektivitet och intensitet i produktionen kunde inte omedelbart avhjälpas genom mekanisering och flytande tillverkning. Marknaderna var för små och riskerna för stora för en omedelbar specialisering. De höga kostnaderna förhindrade en mer omfattande mekanisering.

Inom ramen för den existerande produktionstekniken sökte arbetsgivarna därför öka arbetsintensiteten genom att driva på arbetarna med mer traditionella metoder, som emellertid hade sina begränsningar. ”Piskan” i form av ökad övervakning och disciplin ledde till skärpta mot-sättningar mellan arbetare och förmän. ”Moroten” i form av ackordslöner var inte heller något säkert medel att höja arbetsintensiteten. Ackordstvister och t o m sänkt arbetsintensitet kunde i stället bli följden.

Många av de män som under dessa år stod i den produktionstekniska ledningen för svensk industri, såg det som en utmaning att finna ett mer rationellt och konfliktfritt sätt att höja produktionen. Man sökte efter medel att komma förbi tvistigheter och godtycke och finna ”något sätt att med full och vetenskaplig visshet konstatera *huru lång tid det bör taga att utföra ett visst arbete*”.(50) Vi är därmed framme vid taylorismens införande i den svenska debatten.

”Vetenskaplig” kontroll

”Endast kunskap är verklig makt” underströk Erik August Forsberg, överingenjör vid Separator, i sin bok *Industriell Ekonomi* från 1916.(51) Den kunskap det gällde var den som dittills framför allt hade funnits i arbetarnas händer. Arbetarna visste hur arbetet skulle läggas upp, utföras och utvärderas. Deras kunskap var inte systematiserad eller nedtecknad

utan vidarebefordrades på praktisk väg till nästa arbetargeneration. Däri låg, enligt arbetsgivarna, en stor brist; kunskapen var inte tillgänglig för arbetsgivarsidans kontroll. "I praktiskt taget *inga* fall har den traditionsvis förmedlade kunskapen upptecknats . . . I det ojämförligt flesta antalet fall . . . äger arbetaren denna traditionella kunskap, men arbetsledningen äger den endast delvis", klagar en skribent i *Industria* år 1919.(52)

Detta system var ineffektivt och bristfälligt, menade många ingenjörer och arbetsledare. Improduktiva rörelser, slöseri med tid och energi borde rensas ut. Men från arbetarna väntade de sig inga förbättringar, och den gamla stammen av arbetsgivare hade inte brytt sig om att ingripa i arbetsprocessen. Det gamla systemet led av en "otvivelaktig brist just däri att *arbetsgifvaren* ej gjort något eller gör något för att systematiskt och exakt bestämma dels *huru* ett arbete med alla dess handgrepp, enklare som mer invecklade, skall bäst göras, och dels *hvilken tid* som åtgär härfor", skrev en ingenjör.(53)

F. W. Taylors idéer om en "vetenskaplig" och rationell arbetsledning fann därför anklang hos dessa ingenjörer och företagsledare. Taylorismens grundläggande princip innebär en överföring av kunskapen om hur arbetet skall utföras till arbetsgivarnas sida, så att arbetet sedan kan effektiviseras på skilda sätt. Som Taylor själv uttryckte det i sin bok om *Rationell Arbetsledning*:

"Under rationell driftledning . . . åtager sig /arbetsledningen/ besväret att sammanföra alla de nedärfda kunskaper och färdigheter, vilka hittills varit arbetarens egendom, och vidare att klassificera och i tabellform utarbeta dem samt att af dessa kunskaper uppställa regler, lagar och formler till ledning för arbetaren i hans dagliga syssla . . .

Allt tankearbete som under det gamla systemet förrättades af arbetaren såsom ett resultat af hans personliga erfarenhet, måste sålunda under det nya systemet utföras af arbetsledningen i öfverensstämmelse med vetenskapliga lagar."(54)

Taylors metod

Taylors recept för att göra arbetsprocessen oberoende av arbetarnas kunskap och kontroll kan sammanfattas i tre punkter:

(1) Arbetarens komplexa kunskap *bryts ned* i sina grundelement och studeras med hjälp av tids- och metodstudier. Bland mångfalden sätt att utföra ett visst arbete och bland den mängd verktyg som användes, finns enligt Taylors filosofi "alltid en metod och ett verktyg som är bättre och händigare än de andra". För att upptäcka eller uppfinna detta krävs ett rationellt studium av alla brukliga metoder och verktyg och en noggrann analys av rörelser och tid.(55)

(2) Dessa grundelement *klassificeras* och *bearbetas* av arbetsledningen.

En "arbetsvetenskap" utvecklas där arbetsgivarsidan på grundval av den insamlade kunskapen experimenterar fram den bästa metoden att utföra arbetet.

De amerikanska arbetsstudieverkstäderna väckte tidigt de svenska ingenjörernas beundran: "I många moderna verkstäder /i USA/ har man gått så långt . . . att intet arbete utlämnas på ackord eller . . . till utförande i fabriken, förr än hvarje arbetsgrepp är utstuderat i *experiment-verkstan* och tiden för hvarje operation . . . blivit noga bestämd . . . Mannen i experimentverkstan är ofta en skolad ingenjör, alltid en skicklig intelligent person . . . som står ett steg öfver de vanliga arbetarna, hvilka däremot ofta sakna yrkesutbildning . . . Det finns sådana fabriker som sysselsätta experimentverkstäder på 100-tals man."(56)

(3) Bara vissa moment bibehålles och återföres till arbetaren i form av noggranna *instruktioner* om på vilket sätt och hur fort det skall gå att utföra varje arbetsoperation. Arbetsledningen uppsätter t ex på arbetskort ett detaljerat program för arbetets utförande från början till slut och anger varje operation för sig, sättet och verktygen för dess utförande, samt den anslagna tiden. Sådana arbetskort började användas även i Sverige omkring första världskriget.(57)

Som Taylor och hans anhängare såg det skulle alla "onödiga" rörelser kunna undvikas med detta system. Arbetet standardiseras och arbetsdagens "porositet" minskas avsevärt. En svensk ingenjör rapporterade från Taylors försök att "det kunnat påvisas att . . . ett arbete kan utföras på från hälften till en fjärdedel af den tid som vanligtvis användes därpå, och detta icke blott en enstaka gång . . . utan vid stadigt, fortsatt arbete dag för dag."(58)

Arbetsledningen erhöll genom de tayloriska metoderna, dels en kunskap om vad som var en teoretisk möjlig topp-prestation, dels en möjlighet att pålägga arbetarna mer "rationella" och arbetsbesparande metoder. Arbetarna måste dock förmås att acceptera de nya metoderna. Medlet härför var ett ackordssystem som gav arbetarna del av rationaliseringsvinsterna. Taylor förutsatte att ackordet inte skulle nedsättas när arbetsintensiteten ökade.

På detta vis skulle en intressegemenskap i ökad produktion skapas mellan arbete och kapital. Samtidigt skulle solidariteten mellan arbetarna på arbetsplatsen brytas. Detta stod klart för de svenska arbetsgivarna, även om de inte var så militant anti-fackliga som Taylor själv. I *Teknisk Tidskrift* från år 1902, där den första referensen till "Mr. Fred. W. Taylors idé" återfinns, noterades att arbetarna tidigare — dvs före Taylor — varit "vana att utföra arbetet efter sitt eget huvud och när de själva funnit det passande". Då "fanns ingen enda arbetare som ville be en annan skynda sig, för att han själv skulle hinna få sitt arbete utfört."

Men med "det nya systemet" bröts sammanhållningen ned och alla skyndade på varandra: "Nu bliva alla förargade på vem det vara må, som icke står dem till tjänst så gott som ögonblickligen". Systemet utlovade dessutom karriärmöjligheter för de "intelligenta" och "dugliga" som skulle befrias från bördan av sina "latare eller mindre kompetenta kamrater".(59)

Taylorism och arbetsdelning

Sedan Adam Smiths dagar var det välkänt att en uppdelning och fördelning av arbetet på många "specialisters" händer kunde leda till en högre arbetsintensitet. Charles Babbage tillade insikten att produktionen kunde göras billigare, genom en lönedifferentiering efter hur krävande de uppdelade arbetsuppgifterna var. Genom Taylors tid- och metodstudier möjliggjordes en mer effektiv användning av dessa principer.

Även komplicerade arbetsuppgifter kunde nu analyseras i sina beståndsdelar. Beståndsdelarna kunde sedan omgrupperas och läggas ut på olika kategorier personal. Driftkostnaderna minskade genom att de mer komplicerade momenten kunde samlas hos ett fåtal kvalificerade personer, medan de enklare momenten lades på andra, lägre betalda. Uppgiften att hämta tegelstenar kunde tex överlätas till billiga hantlangare, så att de yrkeskunniga murarna helt kunde koncentrera sig på murarbetet, som i de Gilbrethska försöken beskrivna av Taylor.(60) I en svensk tillämpning av Taylors principer omorganiserades ett arbete som tidigare utförts av en manlig tjänsteman, på så sätt att hans enklare uppgifter överläts på "en kvinnlig befattningshavare med lämpliga egenskaper. Härigenom /kunde/ den dyrbarare manliga arbetskraften frigöras för ett mer kvalificerat arbete", rapporteras det i *Teknisk Tidskrift* 1919.(61)

Taylorismen gjorde Smiths och Babbages principer till en medveten och systematisk strategi. "Rätt man på rätt plats" var en grundtanke i den rationella arbetsledningen, med allt vad detta innebar av testning och sortering av de arbetande.(62) Taylorismen satte också uppdelningen mellan mentalt och manuellt arbete i system. Arbetets detaljplanering framtogs nu de omedelbara producenterna och lades på arbetsledningens sida. "Det är alltså naturligt", skrev Taylor, "att i de flesta fall en särskild person måste på förhand utföra tankearbetet och att helt andra människor bör användas till att utföra det fysiska arbetet."(63)

Arbetsledningen påtog sig därmed, ansågs det, en mängd nya, "högst mödosamma och betungande plikter", "bördor som förr vilade på personalens axlar".(64) Detta var dock lämpligt och logiskt, ansåg en intro-

duktör av Taylorsystemet i Sverige; Eftersom arbetsledningen ”på grund av rationellt drivna undersökningar sitter inne med avsevärt större erfarenhet än var och en av personalen för sig, måste dess lämplighet såsom uppfostrare i arbetets svåra konst anses obestridlig.”(65)

”Rationell arbetsledning” och teknisk expertis

Taylorsystemet innebar nya arbetsuppgifter för vissa grupper av arbetsledare. Andra såg däremot sina befogenheter och sin kunskap överflyttas till högre nivåer inom företaget. Taylorismen mottogs därför med blandade känslor av den svenska verkmästarkåren.(66) De högutbildade teknikerna och ingenjörerna uttryckte sig däremot mer positivt. Många av dem framträdde som inspiratörer och förmedlare av de nya amerikanska idéerna.

De svenska ingenjörerna hade goda kontakter med USA. Redan 1888 hade en svensk ingenjörsförening bildats i USA och många av de tidiga artiklarna i svensk fackpress om ”Scientific Management” var ursprungligen föredrag inför den svenska ingenjörsföreningens lokalavdelningar i olika amerikanska städer.(67) Amerikanska maskiner, lönesystem och arbetsmetoder ägnades stort intresse i *Teknisk Tidskrift*, *Verkstäderna*, *Industria* och *Industritidningen Norden*, vilka också regelbundet tryckte av amerikanska facktidskrifters artiklar i dessa ämnen. En mängd svenska ingenjörer hade sedan 1800-talets slut skaffat sig teknisk erfarenhet genom besök och arbete i amerikansk industri. Åtminstone ett par av dessa, John Carlsson och Alex Engblom, skulle sedermera få stort inflytande i den svenska rationaliseringsrörelsen.(68)

Genom dessa kontakter fick ingenjörerna en uppfattning om hur mycket som ännu återstod att göra innan den svenska industrin uppnått den amerikanskas tekniska effektivitet och produktivitet. Många av de problem som den amerikanska industrin brottades med kände man igen från den svenska verkligheten. Lösningarna föreföll gälla också i Sverige. Två av taylorismens utlovade effekter verkade särskilt intressanta; den antogs minska de sociala spänningarna mellan arbete och kapital och den skulle leda till ett ”förvetenskapligande” av hela den industriella ledningen. I båda dessa sammanhang såg sig ingenjörerna kallade att spela en nyckelroll.

Ingenjören i klasskampen

De svenska ingenjörerna ansåg sig genom sin utbildning och erfarenhet

ha fått ett sinne för det rationella och allmängiltiga, som skulle kunna rädda produktionen i samhället. Detta behövdes särskilt vid denna tid då det "i stället för lojalt samarbete mellan ledning och arbetare /uppstått/ ett förhållande där vardera parten endast söker att hänsynslöst tillskansa sig fördelar."(69)

Ingenjörerna skulle med sina vetenskapliga metoder kunna överbrygga de existerande meningsskiljaktigheterna och inrätta en rationellare produktionsordning. "Teknikern står mellan de båda stridande . . . i egenkap av tekniker är han alltid neutral", hävdade Nils Fredriksson som kommentar till storstrejken 1909. Teknikerna skulle kunna slå en brygga över den "nu vidöppna klyftan mellan arbetare och arbetsgivare", genom att hålla samhällsmaskineriet igång när parterna "går isär och nedlägga sina funktioner."

Enligt denna uppfattning skulle teknikens landvinningar göra klasskampen överflödig. "Skördemaskiner, ångtröskverk, separatorer och i sinom tid mjölkningsmaskinerna skola bidra till att minska faran af en landtarbetarstrejk", förmodade Fredriksson. Flygmaskiner och autobiler skulle avvärja risken för post- och järnvägsstrejker.(70)

Teknikernas "neutralitet" tolkades således på ett litet speciellt sätt. Ingenjören var garanten för samhällsintresset och det industriella framåtskridandet, som komma alla till godo. Dessutom var han — som bl a ingenjör Alex Engblom påpekade 1924 — på grund av sin placering i produktionen, "sin ständiga intima kontakt med bägge parterna, bättre än de själva i stånd att bedöma uppkomna tvister . . . Som ingenjörerna dessutom som klass betraktade måste sägas vara strängt logiska och rättvisa, vartill säkerligen deras vetenskapliga utbildning icke minst bidrager, så kunna de anses äga de bästa kvalifikationer för ett i möjligaste mån opartiskt bedömande av orsakerna till de ständiga striderna mellan kapital och arbete."(71)

Den rationella arbetsledningen enligt Taylors modell gav ingenjörerna en förment vetenskaplig metod att lösa många konflikter mellan arbete och kapital. "Hela vår strävan går ut på att civilisera arbetskraften, i avsikt att öka produktionen", påpekade en ingenjör 1920. De tayloriska principerna skulle ligga som bas för en ny "moralisk ordning" som skulle "bliva landfästena till den bro, vi skola bygga mellan kapital och arbete."(72) Arbetare och arbetsgivare kunde — om taylorssystemet tillämpades — då samlas i ett gemensamt intresse för höjd produktion. Med "det gamla systemet", påpekade Alex Engblom i en introduktion till *Scientific Management* i *Teknisk Tidskrift* 1912, blev arbetaren i många fall genom sin knappa lön "ett lätt offer för missnöjets och kapitalisthatarens läror". Men nu fanns metoder att överbrygga motsättningarna; "Under det nya organisationssystemet finner /arbetaren/ sin rätta

plats, erhåller en god betalning, är belåten samt lämnar tillika sin arbetsgivar större vinst" ... (73) Det var som Erik August Forsberg skrev några år senare i sin bok om *Industriell Ekonomi*: "Det hela måste alltså samverka till en höjning af hela mänsklighetens levandsstandard." (74)

Ingenjörernas nya uppgifter

Det var med argument som dessa som ingenjörerna krävde ett ökat inflytande inom företagen och i samhället. När Nils Fredriksson 1929 (då som undervisningsråd) i ett föredrag inför Nordiska Ingenjörsmötet såg tillbaka på situationen tjugo år tidigare, pekade han, som något av ett kuriosum på ingenjörernas då ofta förekommande "klagan över att de ledande posterna inom industrin vanligen innehades av personer utan teknisk bildning." (75) Samtidigt, påminde Fredriksson, hade dåtidens ingenjörer satt "den tekniska gärningen så högt att de föraktade den ekonomiska och ansågo under sin värdighet att befatta sig med exempelvis industriella affärsangelägenheter." Bland dylika "fullblodstekniker" beklagades t ex djupt att en framstående konstruktör blivit chef för ett industriföretag; han ansågs ha "förfallit till det ekonomiska". (76)

Det var denna teknikernas misstro mot administrativa och ekonomiska arbetsuppgifter som det nya seklets modernt inriktade ingenjörer ville få bort. Samtidigt ville de sätta företagsledningen på en mer vetenskaplig grund. Teknisk-vetenskaplig kunskap i vid bemärkelse skulle vara basen för makt och arbetsledning på företagen – inte traditionella ägarprivilegier eller arbetarnas fackliga styrka.

Det var, hävdade Erik August Forsberg 1919, med adress till både tekniker och företagsledare, "en ödesdiger begreppsförvirring" att tro att *organiseringen* av arbete och produktion inte tillhörde ingenjörernas domäner utan var förbehållna den kommersiella ledningen. Ingenjörens huvuduppgift var ju, enligt honom, att skapa och bevara kapital. (77) Andra ingenjörer instämde: Det var just genom systematisk organisation, kontroll och planering som ingenjören "på varje tidsenhet /skulle/ skaffa största möjliga produktion med minsta möjliga utgifter." (78) Ingenjörerna uppmuntrades därför att se utöver de rent tekniska arbetsuppgifterna och både kräva och ta på sig mer ansvarsfulla positioner i företagens ledning.

Det räckte inte längre med att "på måfå" införa de modernaste arbetsbesparande maskiner, om allt sedan gick i "de gamla hjulspåren", påpekade Fredriksson och Palmgren redan 1908. "Själva den drivande kraften, själen så att säga – *organisationen*" måste tillkomma. Då först

skulle den svenska industrin kunna mäta sig med den mer framgångsrika amerikanska.(79)

Det var genom att göra organisation av produktion och arbetskraft till ett tekniskt huvudområde som ingenjören kunde göra anspråk på en mer inflytelserik position inom industrin och i samhället i stort. De tayloriska idéerna öppnade nya verksamhetsfält för ingenjörerna. De gjorde nu anspråk på expertis inte bara inom de nya uppgifterna att standardisera verktyg och maskiner samt göra tidsstudier. Också den rationella ledningen av *hela* företaget och dess personal var, hävdade man, ingenjörersfrågor, som bäst sköttes av de tekniskt utbildade. Ingenjören — *krafttransformeraren* — var med andra ord den som bäst kunde utnyttja arbetaren, kraftkällan, så att denna gav ett överskott — och inte den gamla sortens arbetsgivare och "kraftförbrukare".(80)

I förlängningen av detta resonemang, såg man den rationella arbetsledningens principer som något som kunde "finna tillämpning inom snart sagt varje område av mänsklig verksamhet." Sociala och tekniska problem uppkom ständigt i samhället och kunde givetvis även följa i den rationella arbetsledningens spår. Det var då ingenjörernas uppgift och plikt att ta itu med dem. Eller som Nieckels och Sällfors uttryckte det som slutkläm i sin bok om *Modern Verkstadsorganisation* från år 1921: "Ett verksamhetsfält, som teknikern förr ägnat liten, eller ingen tanke, har öppnat sig för honom. Den dag, ingenjören behärskar detsamma, skall han med rätta göra anspråk på den titel, till vilken han är förutbestäm — den viktigaste faktorn i den moderna kulturen."(81)

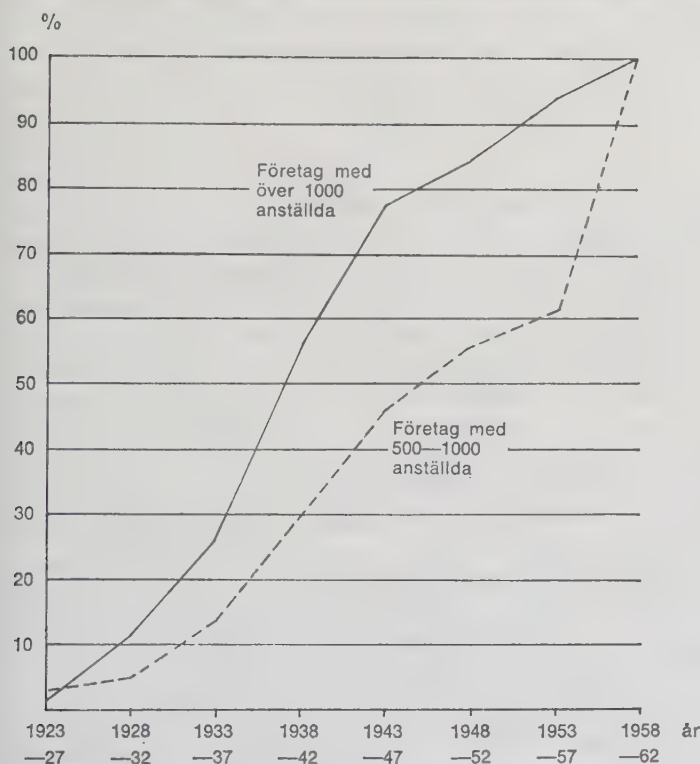
Epilog

Mellankrigstiden innebar som vi sett i tidigare kapitel, att arbetsstudie- och planeringsavdelningar inrättades på många företag. Industriförbundet och Sveriges Arbetsledareförening började utbilda arbetsstudieingenjörer (1930), Teknologföreningen inrättade en avdelning för industriell ekonomi och i slutet av 1930-talet fick ämnet en egen professur vid Tekniska Högskolan i Stockholm. Vid det laget hade också Metallarbetarförbundet, LO och socialdemokratin accepterat tanken på industriell rationalisering, däribland tids- och metodstudier. Bakom den positiva synen låg en betoning av effektiviseringens och samförståndets betydelse för den industriella omvandlingen.(82)

Full utveckling skulle de tayloriska principerna om arbetsmätning och kontroll inte nå förrän efter andra världskriget. Då infördes MTM-systemet med början i Volvos bilfabriker.(83) Antalet tidsstudiemän och rationaliseringsingenjörer växte snabbt under efterkrigstiden (se figur i

kapitel 7). Antalet nya arbetsstudieavdelningar vid de större företagen dokumenteras i figur 10:1. Vid 1960-talets början var som synes utbredningen komplett.(84)

Figur 10:1. Tidpunkt för inrättande av arbetsstudieavdelning



Källa: Gunnarsson; Har arbetsstudier en framtid, s 34.

De uppsplittrade och detaljstyrda arbetsprocesser som blivit resultatet av arbetsstudieavdelningarnas och rationaliseringsingenjörernas verksamhet utsattes under 1960- och 70-talet för ökad kritik. Stress, monotoni och utarmning av arbetet diskuterades. Idag har arbetsrotation och s k självstyrande grupper förts fram som lösningar på detaljarbetets problem. Antalet tidsstudiemän och lägre rationaliseringstekniker har faktiskt minskat under 1970-talet.(85) Men de tayloriska principerna om arbetsdelning mellan det manuella och det intellektuella arbetet i produktionsprocessen och om företagsledningens styrning och kontroll över de arbetande kvarstår och har kanske t o m intensifierats, med nya metoder och tekniska hjälpmedel.(86)

11. Tekniskt arbete som yrke

Jag skall i bokens två sista kapitel vidareutveckla de tankegångar som framskymtade i slutet av förra kapitlet. Jag skall alltså studera hur ingenjörer och tekniker sett på sin egen roll inom företagen och i samhället.

Det som intresserar mig i de här två kapitlen är inte en abstrakt analys av ingenjörers och teknikers klassmässiga position. Det är givet att den stora majoriteten i tekniskt arbete varken tillhör arbetar- eller borgarklassen utan ingår i något obestämt "tredje" i det samhälleliga motsättningsmönstret. Vad detta skulle kunna vara har tolkats på ett flertal olika sätt.(1)

Många avsnitt i denna bok har ägnats en ekonomisk och strukturell bestämning av ingenjörsarbetet. Jag menar, att en klassmässig förståelse av dem som ägnar sig åt detta arbete måste ta stor hänsyn till hur ingenjörer och tekniker själva har tolkat sin situation; vilken eller vilka sociala identiteter de har skapat sig i ett konkret existerande samhälle. Det är dessa tolkningsförsök som står i centrum i de här två kapitlen. Jag koncentrerar mig på det tidiga 1900-talet och mellankrigstiden. Det var då som Sverige industrialiserades och det var då som de framväxande yrkesgrupperna av ingenjörer och tekniker sökte finna sin sociala identitet och hävda sin position i samhället. Av naturliga skäl blir det ofta de mer verbala företrädarna för ingenjörs kåren som här kommer till tals. Men jag försöker också se hur olika upfattningar har brutits mot varandra och materialiserats i föreningssträvanden, stadgar och uttalanden av olika slag.(2)

I det här kapitlet behandlar jag främst ingenjörernas syn på sig själva som en brygga mellan vetenskap och industri, och så som den återspeglas i deras professionaliseringssträvanden, samt deras reaktion på ställningen mellan arbete och kapital, och då främst deras fackliga medvetenhet. I nästa kapitel diskuterar jag ingenjörernas åsikter i ett större sammanhang och tar upp en diskussion om teknokrati och om ingenjörernas ansvar för samhällsutvecklingen i stort.

Ingenjören mellan vetenskap och teknik

Professionsbegreppet

"Ingenjörsyrket står genom sin vetenskapliga skolning på samma plan som läkarens och advokatens. Det är sålunda i grunden — oberoende av praktiska organisationsförhållanden — ett fritt yrke, eller vad engelsmännen kallar 'profession'. Detta är utan tvivel ett värdefullt privilegium att värna om och ett privilegium som förpliktar", skrev 1928 civilingenjör J Körner i *Teknisk Tidskrift* i samband med att Teknologföreningen skulle diskutera etiska riktlinjer för ingenjörer och arkitekter.(3)

I detta citat framkommer flera av de drag som ansetts känneteckna en profession. Mycken sociologisk energi har lagts ned på att studera olika yrken och deras professionaliseringssträvande. Definitionerna varierar. Jag nöjer mig här med att redovisa Perrucci-Gerstls idealtyp.(4) Den sammanfattar, som jag ser det, diskussionen på ett utmärkt sätt. Dess parametrar är fyra:

(1) Kunskapsmonopol. Professionens medlemmar hävdar en unik kompetens, grundad på en lång intellektuell (vetenskaplig) och även praktisk initiering i yrket som antas ge dem en obestridlig auktoritet inom "sitt" kompetensområde.

(2) Autonomi. Professionen är ett fritt yrke. Dess medlemmar bestämmer själva vad som bör ingå i utbildningen liksom vilka kriterier som bör gälla för ett fullgott arbete inom kompetensområdet.

(3) Det är "ett privilegium som förpliktar" — arbetet innebär skyldigheter mot allmänheten och klienter/kunder. Dessa skyldigheter bestäms och sanktioneras bäst av kollegerna inom professionen och ej av utanförstående intressen eller myndigheter.

(4) Identifikationen med yrket är stark. Innehavarens identitet formas i utbildningen och i utövandet av den speciella kompetensen; arbetet är en livsuppgift.

Hävdandet av ett professionellt ideal, enligt ovanstående, var en viktig del av den framväxande ingenjörs kårens strävanden under 1800-talet och det begynnande 1900-talet. Man sökte uppnå en elitposition i samhället och undvika att som lönarbetare dras in i den begynnande kampen mellan arbete och kapital. Jag skall följa några av turerna i denna historia.

Det professionella idealet och 1800-talets ingenjörer

1800-talsingenjörernas organisationssträvanden tog sig omedelbart profes-

sionella former. Redan på 1850-talet bildades en elevförening vid Teknologiska Institutet i Stockholm, vars mål var att höja medlemmarnas tekniska och vetenskapliga standard. Den avsomnde snart, men redan 1860 hade en ny förening bildats som organiserade både elever och utgångna ingenjörer. Över hälften av medlemmarna var 1870 verksamma i privatindustrin. Ca 1/6 var egna företagare.(5) Föreningens uppgift blev snart att behandla frågor om "önskvärda sociala reformer inom det tekniska gebitet, reformer inom teknologiska institutet, om mått och steg för befordran av industriens och dess arbetares bästa".(6) År 1865 hade även grundats en mer exklusiv församling, Ingenjörsföreningen i Stockholm, med i huvusak statligt och kommunalt anställda ingenjörer som medlemmar. De flesta av denna diskussionsklubbs medlemmar hade teoretisk utbildning och stod i nära kontakt med den naturvetenskapliga forskningen och det tekniska utbildningsväsendet. På 1870-talet tillkom även Byggnadssamfundet, för arkitekter och väg- och vattenbyggare. År 1887 slogs dessa tre föreningar ihop till Svenska Teknologföreningen. Valbarheten utsträcktes därvid till att gälla "varje framstående idkare af teknisk vetenskap eller framstående utöfvare af teknisk verksamhet" — en formulering som uttryckte dubbelheten i ingenjörernas yrkesposition som både tekniker och industriledare.(7)

På 1870-talet hade Teknologiska Institutet ombildats till teknisk högskola, med en status och ett rekryteringsunderlag jämbördigt universitetens. Denna — och andra samtida reformer inom det tekniska undervisningsväsendet — motiverades med hänsyn till den svenska industrins intressen. Men direkta industrirepresentanter kom endast sparsamt till tals i diskussionen och besluten. De ledande och pådrivande krafterna var i stället, hävdar historikern Nils Runeby, "skolpolitiker, lärare och administratörer från det tekniska skolväsendet och personer i den statliga, tekniska förvaltningen".(8) De nybildade ingenjörsföreningarna bidrog idémässigt och med påtryckningar på statsmakterna till undervisningsreformernas innehåll.

Omvandlingen av Teknologiska Institutet präglades av dessa ingenjörers "önskemål att göra de skolade teknikerna till vetenskapsmän eller vetenskapsmäns vederlike".(9) Det var män i en ny tids elit, som sökte nå socialt erkännande genom anslutning till den gamla eliten. De ville bli en del av bildningseliten; genom att knyta utbildningen till en oavkortad gymnasielinje (reallinjen) skulle de framtida teknikerna garanteras en delaktighet i den allmänna bildningen. Det akademiska ämbetsmannaidealet vägde tungt i dessa strävanden och förstärktes av att de flesta högutbildade tekniker vid denna tid var inriktade på en karriär inom den offentliga förvaltningen. Krav på en vetenskaplig teknisk kompetens för vissa ämbeten inom statsförvaltningen blev nu ett stående vapen i ingenjörsföreningarnas

kamp mot "juristväldet".(10)

Vi kan sammanfattningsvis konstatera, att de högtbildade teknikerna vid 1800-talets slut hade skaffat sig en livaktig organisation, och en utbildning som ledde till en vetenskaplig kompetens och därmed gav tillträde till vissa högre tjänster inom stat och kommun. Många ingenjörer var även företagsledare eller framgångsrika konsulter.

Den högre utbildade ingenjörs kåren hade därmed kring sekelskiftet utvecklats till en självmedveten elit, med anspråk på att ta det ansvar för samhällsutvecklingen som kårens speciella kompetens berättigade och krävde. Ingenjörerna såg sig i hög grad som oberoende yrkesmän, vilka i kraft av sin vetenskapligt grundade objektivitet stod över klassmotsättningarna och kunde fungera medlande mellan arbete och kapital. På samma gång sågs ingenjörsarbetet som den förmedlande länken mellan vetenskap och industri.

Kring sekelskiftet började dock en delvis annan definition av ingenjörernas "professionalitet" göra sig gällande. Allt eftersom ingenjörernas arbetsmarknad vidgades och allt fler ingenjörer knöts till den framväxande stor- och exportindustrin, började andra krav komma fram. Vetenskap och industri, som av debattörerna på 1870-talet ansetts stå i en självklar om än ej närmare utredd harmoni till varandra, ställdes i början av 1900-talet delvis mot varandra. Starka bärare av en annan syn på ingenjörsarbetet än den traditionellt vetenskapliga framträdde och utmanade på flera punkter den etablerade synen.

Den "moderne ingeniören"

Vid 1900-talet början fördes ett nytt ingenjörsideal fram i debatten. Bakgrunden var den följande. Industrin hade blivit en allt viktigare näringsgren. Exportinriktade storföretag hade uppkommit. I vissa branscher slog sig företagen ihop i karteller för att kontrollera marknaden. Den nationella och internationella konkurrensen var hård och ny teknik hade blivit ett allt viktigare konkurrensmedel.(11)

Industrins och handelns företrädare krävde nationell samling och kraftansträngning för att främja vinstutveckling och expansion. Kraven var riktade både mot arbetarrörelsen (se kapitel 10) och mot en, som man ansåg, otidsenlig lagstiftning och statsapparat. En omdaning av den nationella ideologin och av statsförvaltningen i en mer industrivänlig riktning var ett återkommande krav.(12)

Många högre ingenjörer och tekniskt intresserade industriledare såg den växande gruppen av tekniskt utbildade som något av nyckelfigurer i det nya, expansiva samhälle, vars konturer man nu anade: "Om det är

sant att en annan tid har kommit, och att solen börjar dala över juristernas, pedanternas och byråkraternas tidevarf, är det äfven säkert, att en rangplats i den nya tiden skall intagas af ingenjörerna", utbrast på ledarplats signaturen H N P i *Teknisk Tidskrift* i februari 1909.(13)

Denna förhoppning uttrycktes under rubriken "Moderna ingenjörer", ett modebegrepp som nu började utnyttjas i debatten. Den "moderne ingenjören" skilde sig från sin existerande, omoderne kollega, i det att han inte var ensidigt tekniskt utbildad och intresserad. Han var i stället en ledare och en världsman. Han behärskade ett flertal verksamhetsfält; varken språk, ekonomi, administration eller allmän umgängeskunst fick vara honom främmande, manade signaturen i *Teknisk Tidskrift*. Endast med en sådan utrustning i bagaget kunde ingenjören på allvar ta på sig det ansvar som teknikens allt större betydelse lagt på honom.(14) Han skulle därmed kunna övergå från att vara "affärsmannens outhärliga, men underordnade redskap . . . och kunna häfva den rangställning, för hvilken han är predisponerad och som rättvisligen borde tillkomma honom." Han skulle bli ledare och ej verktyg, och än mer ta över ansvaret i statsförvaltning och som verkställande direktör i de privata företagen.(15)

Visionen om en ny sorts ingenjör konkretiserades på två områden under åren strax före första världskriget och kontrasterades då mot det traditionella vetenskapligt-tekniska idealet. Den första konflikten gällde Svenska Teknologföreningens arbete och medlemskrav, den andra rörde den Tekniska Högskolans inriktning.

Svenska Teknologföreningen

Teknologföreningen bildades, som vi noterat, 1887. Den tillvann sig snabbt visst anseende och styrka, fungerade som diskussionsforum och remissinstans i tekniska frågor och publicerade en spridd och välrenommerad tidskrift, *Teknisk Tidskrift*. Föreningen intog som medlemmar "framstående idkare af teknisk vetenskap eller framstående utöfvare af teknisk verksamhet", kriterier som uteslöt industriidkare av icke-tekniskt slag men som torde varit mindre exklusiva än motsvarande föreningsars i t ex Norge och Finland.(16)

Under 1800-talets slut och 1900-talets början uppstod även lokala tekniska klubbar i de framväxande industrierna ute i landet. Dessa klubbar samlade både ingenjörer och företagare, de senare med eller utan tekniska funktioner och/eller utbildning. Samtidigt hade Teknologföreningen, bl a av praktiska skäl, alltmer kommit att domineras av de i Stockholm verksamma teknikerna, av vilka många arbetade vid Högskolan eller i de statliga eller kommunala verken.

En "dualism i flera afseenden" hade därmed uppstått, "som i och med utvecklingens fortskridande måste föra till kritiska situationer".(17) Å ena sidan mellan föreningens allmänna natur och dominansen av vad man kallade "byråkratingeniörerna" i Stockholm. Å andra sidan och framför allt mellan den traditionella inriktningen och de nya, industriella kraven: Föreningen var "af hufvudsakligen rent teknisk karaktär, ett säte för framstående fackteknisk kunskap, under det att utvecklingen . . . fört där hän, att den så småningom fått sig ålagd uppgiften att äfven bevaka allmäntindustriella intressen, hvilket gjort att den också med sig upptagit personer af motsvarande läggning."(18)

Denna "kinkiga och invecklade situation" ledde till konflikter vid flera tillfällen, i dagspress, *Teknisk Tidskrift* och på olika teknikersammankomster. Vid teknikermötet i Norrköping 1906 framkom vad som refererades vara "bittert klander mot Sv. Teknologföreningen" från de tekniskt-industriellt inriktade ingenjörerna. Vid årsmötet 1909 diskuterades hur samarbetet mellan Teknologföreningen och de lokala klubbarna skulle ordnas, och vid årsmötet 1911 kom det till relativt häftig polemik kring en diskussionsfråga om "Föreningens ställning till industrin".

Diskussionen om föreningens medlemskrav uppstod i samband med att man ansåg de tekniskt-industriella intressena "klent tillvaratagna" i landet. "Den ventil, genom hvilken teknikens och industriens intressen för närvarande kunna tillföras myndigheter och lagstiftning, är hufvudsakligen S.T.F., och denna utgör genom sin begränsade rekrytering endast en ofullständig representation för landets teknik och industri", löd resonemanget.(19)

Vid årsmötet 1909 var motsättningarna stora mellan dem som i linje härmed ville bredda rekryteringen genom anslutning av de lokala klubbmedlemmarna, och dem som försvarade den gamla, mer restriktiva, "vetenskapliga" inriktningen.(20)

Det beslut som då fattades innebar dock ett bakslag för den "moderne ingenjörens" förespråkare. Föreningen omvandlades inte till en sammanslutning av industrins män för att driva industrikapitalets intressefrågor utan blev i stort sett kvar vid den tidigare allmäntekniska inriktningen, om än med den nära anknytning till industrimiljön som redan tidigare funnits. Året därpå, 1910, bildades i stället Sveriges Industrieförbund för att driva industrins samhälls- och teknikfrågor.(21) Attackerna mot Teknologföreningen för att vara ointresserad av industrins problem fortsatte dock. Vid årsmötet 1911 diskuterades föreningens ställning till industrin. Debatten var tydligare vid detta tillfälle än 1909 och kan vara värd att följa i viss detalj.

I debatten ställdes den "moderne ingenjören" mot "den gamla sortens

ingenjörer". Dessa var sådana ingenjörer som, enligt kaptenen och ingenjören Erland Nordlund, "stirrat sig så blinda på den vetenskapliga tekniken att allt annat slutit sig för deras ögon". (Erland Nordlund hade just övergått från att vara redaktör för *Teknisk Tidskrift* till att bli Industrieförbundets förste verkställande direktör).(22)

Mer specifikt, påpekade Nordlund, utgjordes dessa rent tekniska ingenjörer av "sådana som icke hafva direkt kontakt med det industriella lifvet, af lärare vid Tekniska högskolan, en del personer som äro anställda vid olika ämbetsverk osv". Dessa stockholmare hade, hävdade han, en otillbörligt stark ställning i förbundets styrelse och inriktade därmed föreningens verksamhet på "den gamla tekniken". I stället borde den nya teknikens män få ett större inflytande. Det var män "som direkt arbeta i industrins tjänst i landet . . . /och som/ ha blick för det levande lifvet".

Andra talare instämde i Nordlunds klagomål om än ej i så aggressiva tonfall. För en ingenjör som var anställd inom industrin ansågs numera de organisatoriska och ej de rent tekniska frågorna vara de väsentligaste. Den vetenskapligt inriktade föreningsstyrelsen hade försummat dessa frågor. Någon motsättning mellan teknikens och industrins intressen kunde de kritiska ingenjörerna icke se. Snarare var det så, framhöll en talare, att industrins och ingenjörernas intressen sammanföll i allt — utom möjligtvis i det att ingenjörerna hade ett visst intresse av att hålla nere sitt antal för att undvika ett "ingenjörsproletariat".(23)

Kontentan av dessa talares resonemang var att föreningen och dess tidskrift måste bredda sin verksamhet, eftersom organisatoriska och ekonomiska spörsmål nu utgjorde en så väsentlig del av ingenjörernas arbete och ansvarsområde.

Den totala identifieringen av teknikens väl med industrins ifrågasattes dock av flera talare. Tekniska högskolans lärare försvarade sig mot tanken att vetenskapen skulle underordnas ekonomin. Så t ex professor Magnell, senare Högskolans rektor, som bestämt vände sig mot det förakt han såg skymta gentemot de tekniska vetenskaperna och mot vad han såg som okunskap om det faktum att "all teknik hvilat på vetenskapen".(24)

Andra talare påminde om Teknologföreningens historia. Ingenjören hade kunnat nå sin ställning genom att han företrädde den neutrala tekniken och samhällets gemensamma intressen. I detta arbetet behövde han stöd från en opartisk och stark ingenjörskår och -förening. Teknologföreningen skulle, påpekade mötets inledningstalare, O Nycander bäst fullgöra "de sig förelagda uppgifterna . . . om den förblefve en ren ingenjörsförening som kunde verka utan sidoinflytande från de kapitalistiska intressena".(25) Bland annat kunde då socialt brännbara tekniska frågor tas upp och diskuteras, även om de var av den karaktären "att det tek-

niska intresset kunde komma i konflikt med ett eller annat privatekonomiskt intresse". Detta var det första skälet till varför Teknologföreningen måste förbli en rent teknisk intresseförening.

Det andra skälet låg, enligt Nycander, i ingenjörernas speciella och delvis utsatta sociala position: "Äfven den omständigheten att massan af ingenjörskårens medlemmar äro industriens tjänare och ofta finansmännens underordnade, har varit ett viktigt skäl för föreningen att hålla dem av kapitalets målsmän utanför föreningen, hvilka icke genom teknisk utbildning och kamratskapets band kunde känna sig solidariska med ingenjörskåren." (26)

I diskussionen utvecklades detta andra argument inte vidare. Men motsättningen mellan "det tekniska intresset" och "ett eller annat privatekonomiskt intresse" påtalades i flera inlägg. "Ingenjörskåren har . . . att tjäna icke allenast den privata industrien utan också andra intressen", påpekade en styrelsemedlem som tillika var chef för Stockholms elverk (A Decker). Bland ingenjörerna fanns företrädare för skilda samhällssektorer och då konflikter lätt uppstod i samhället, tex mellan stat, kommun och industriintressen vid vattenkraftens utbyggnad, var det "ett oundgängligen nödvändigt villkor för ett sundt framåtskridande att /det fanns/ en själfständig oberoende ingenjörskår", som kunde föra teknikens och vetenskapens talan. (27)

I många frågor, påpekade Nycander, kunde teknikens och kapitalets intressen stå helt mot varandra: "Jag har själf suttit i många kommittéer där denna motsättning mellan det tekniska intresset, å ena sidan, och det kapitalistiska intresset, å andra sidan, har ledt till mycket stora ledsamheter." Storindustrins påtryckningar, hävdade han, hade varit besvärande i åtskilliga fall, särskilt i frågor om bestämmelser om rökutsläpp från fabriker, vid ångpannelagens genomförande och i frågan om normer för leveransbesiktning. (28)

Det måste understrykas, att dessa sekelskiftets företrädare för en oberoende och vetenskapligt inriktad Teknologförening inte på något sätt vände sig mot den privata industrin. Man såg ett gemensamt intresse i teknikens och industrins utveckling, men medgav – i motsats till företrädarna för det "moderna ingenjör"idealet – att det kunde finnas motsättningar i konkreta frågor. Därför var man för en organisatorisk arbetsfördelning: Teknologföreningen skulle främja teknikens och vetenskapens utveckling och sörja för den tekniska sakkunskapens hävdande i alla relevanta sammanhang. Arbetsgivarföreningar, handelskamrar och Industrieförbundet skulle stå för kapitalintresset. Teknologföreningen fick inte gynna något specialintresse över de andra, även om industrin rimligtvis bäst skulle kunna dra nytta av teknikens framsteg. I gengäld krävdes från Teknologföreningens sida, att "vi som äro ingenjörer måtte få afhandla

våra ingenjörfrågor oberoende af personer som icke äro tekniskt bildade".(29)

Tekniska högskolan

1906 tillsattes en statlig utredning om Tekniska högskolans omorganisering. Missnöjet var då stort bland både lärarkår och utbildade ingenjörer. Varken utbildningens kvalitet eller mängden utexaminerade ingenjörer ansågs ha följt med sin tid.(30)

I kommittéarbetet påtalades att ingenjörernas arbetsmarknad förändrats. Teknikerna sågs som industriledare och frågan för utredarna var "om den läroanstalt, hvilken att döma af namnet skulle förse vårt lands industri med vetenskapligt utbildade chefer, förmår lämna den högre tekniska utbildning som man i våra dagar måste fordra hos industrins ledare."(31)

Svaret på frågan var att det inträtt en stagnation — vad som i senare inlägg kallades en "försumpning" i den högre tekniska utbildningen samtidigt som industrin nått "ett aldrig tidigare skådat uppsving". Statsmakterna klandrades för denna stagnation. Utredningen kom med ett betänkande 1908, som ledde till ett riksdagsbeslut 1911 om en utbyggnad av Tekniska högskolan. Antalet studenter, läroämnen och professurer utökades och nya byggnader, med förbättrade undervisnings- och laboratoriemöjligheter, började byggas 1912.(32)

I samband med riksdagsbeslutet uppstod en debatt om högskoleutbildningens innehåll och inriktning. Också här var det Industriförbundet närstående kretsar som tog initiativet och bl a krävde en undervisning i industriell ekonomi (se kapitel 10). År 1912 kom en stor manifestation från Industriförbundet. Ett upprop med 103 namnunderskrifter från näringslivets toppmän och med särskilda yttranden från ett antal f d elever vid KTH krävde en radikal förändring av högskolans inriktning. Anklagelserna gick ut på att skolan gav en för allmänteknisk och teoretisk utbildning. Framför allt hävdade man, att de unga ingenjörerna saknade "intresse för industrins ekonomiska resultat". Missnöjet bland industrins män angavs vara stort.(33)

En förvirrad och bitvis hätsk debatt följde på detta upprop. Debatten är intressant som ett första mer uttryckligt exempel på de privata arbetsgivarnas uppfattning om den tekniska högskolan som en plantskola för de egna leden. I 1870-talets diskussion om samma utbildning hade de ju i stort sett lyst med sin frånvaro.

För näringslivets talesmän gällde det att göra den "moderne ingen-

jören" till ideal också för högskolans undervisning. Två uppfattningar ställdes därvid mot varandra.

(1) Industrins, och då framför allt den mekaniska verkstadsindustrins företrädare angrep högskolans och dess lärares vetenskapliga ideal: "Svensk mekanisk verkstadsindustri och svensk högre teknisk utbildning stå anmärkningsvärt främmande för hvarandra", hette det vid en debatt i början av 1913. De från högskolan utexaminerade ingenjörernas konstruktioner var förvisso "rätt beräknande och snillrikt konstruerade". Men industrins kärna — kostnads- och vinstaspekten — hade teknologerna föga kunskap om och känsla för.(34) Industrin ville inte ha sådana ingenjörer, utan moderna ingenjörer med utbildning i industriell ekonomi, bokföring, organisation osv.(35) Framför allt skulle de ha ett nytt sorts *tänkande*, som satte den ekonomiska lönsamheten högre än de rent tekniskt-vetenskapliga momenten. "Om ingenjörerna skola kunna uträtta något här i världen, så måste de ha klart för sig, att det ekonomiska resultatet är hufvudsaken, tekniken är medlet", underströk en talare vid ett diskussionsmöte ordnat av Sveriges Industriförbund.(36)

Men högskolan hade, hävdades det, gjort precis tvärtom. "Hela undervisningen visar hän på en feluppfattning af den tekniska vetenskapens betydelse."(37) Den vetenskapliga forskningen hade ställts upp som teknikens högsta mål — "i stället för ungdomens utbildning till goda soldater i vårt lands kamp för tillvaron."(38) Uttrycket är Götaverkschefen Hugo Hammars, när han på 1930-talet erinrade sig förkrigstidens debatt om Tekniska högskolan. Han sammanfattade sin syn på den dåtida motsättningen:

"Faktum är, att vetenskapen redan vid sekelskiftet hade fått ett gott grepp om den tekniska utbildningen i vårt land. Vi, praktiskt arbetande industrimän, funno utbildningen något för teoretisk. Jag minns hur jag, nyss hemkommen från Amerika, förvånades över att så ofta höra de unga ingenjörerna beteckna det som ett utslag av amerikansk mammondyrkan att tala ekonomi i samband med teknik. För dem var det hufvudsaken att lösa de tekniska problemen på det ur teknisk synpunkt mest idealiska sättet. När man talade om kostnaderna, satte ingenjören upp en min som om han vore en konstnär av så hög rang att det vore under hans värdighet att be-
fatta sig med en så banal sak som kostnadsfrågor."(39)

Roten till det onda stod, enligt industrins representanter, att finna hos högskolans lärare. Av tradition och på grund av bristande egna kontakter med industrin hade dessa begått misstaget att sätta teorin före praktiken.(40)

(2) Helt naturligt försvarade sig högskolans företrädare mot denna anklagelse. Man pekade på den undervisning i ekonomiska frågor som redan förekom vid skolan och på den utvidgade undervisning i ämnet som skulle komma i framtiden. Man underströk att lärarna förvisso var medvetna om industrins intressen av ekonomiskt sinnade ingenjörer.(41) Men

man gick också till motattack och betonade, som en ingenjör uttryckte det, "att krafven på vetenskaplighet och fostran till självständig forskning oavvisligen måste främst tillgodoses, ty det vore den vetenskapliga tekniken, som måste föra fram till framtida segrar."(42)

Denna mer vetenskapligt-professionella bild kommer klart fram i ett inlägg av högskolans rektor, A J Magnell, vid en offentlig debatt 1913.(43) För rektor Magnell var det vetenskapen som var kraftkällan i mänsklighetens och kulturens framåtskridande. Motorn var tekniken. Industrin fick inte betraktas som teknikens mål, utan var endast ett medel för att sprida de tekniska vetenskapernas frukter till människorna. Teorin stod således klart och naturligt över praktiken. I första rummet kom teknikens framsteg och "den stora allmänhetens behov", och först i andra hand kunde teknikerna ta hänsyn till industrins och de enskilda industridkarnas vinstintressen.

I linje med detta resonemang hävdade Magnell att det inte var "en teknisk högskolas hufvuduppgift att utbilda arbets- och industriledare". Målet var i stället "att meddela vetenskaplig teknisk bildning: . . . Det påståendet, att en teknisk högskola är till hufvudsakligen för att utbilda arbetsledare för industrien och att industrien i kraft häraf borde öfvertaga den högre tekniska undervisningen, vittnar om en fullständigt skef grundåskådning", påpekade han. "Den högre tekniska undervisningens målsmän måste därför på det kraftigaste reagera mot allt, som söker att tränga sig in emellan vetenskapen och tekniken."(44)

För *Teknologföreningen* var debatten om högskolan delvis besvärande. Flera av dess mest aktiva medlemmar stod som undertecknare av det kritiska uppropet. Samtidigt företrädde andra medlemmar klart det mer vetenskapligt-tekniska idealet. Föreningens dubbelhet framkom i en ledande artikel av ingenjör G Holmberger i *Teknisk Tidskrift* strax efter Industriförbundets utspel 1912. Holmberger såg där föreningens huvuduppgift som att "förmedla sambandet mellan teori och praktik, mellan den tekniska vetenskapen och industrien". Föreningen skulle således både hävda allmänintresset och industriintresset, en ekvation som, erkände han, inte alltid gick ihop: "Ingenjörskåren, hvars medlemmar i så många samhälleliga sammanhang intaga en stundom föga avundsvärd mellanställning har också i detta fall på sätt och vis kommit mellan barken och trädet. Äfven ingenjörer i en annan ställning än industrichefers kunna därför med ett visst berättigande påfordra att ha ett ord med i laget, då det här gäller hela yrkets anseende och framtid."(45)

Samtidigt insåg Holmberger beroendet av och den nära tillhörigheten till kapitalet. Ledarens slutkläm blev därför ganska undflyende: Ingenjörernas och då speciellt de högskoleutbildades "intresse af att nå fram till ledande ställningar inom industrien /var/ så påtagligt att de

väl med skäl kunna förväntas ägna hithörande spörsmål all möjlig uppmärksamhet".(46)

Mellan barken och trädet?

Dessa exempel från 1900-talets begynnelse illustrerar väl, menar jag, gränserna för ingenjörernas professionaliseringsförsök. Vi har noterat att ingenjörs kårens tidiga sammanhållning och inflytande baserades på en uppfattning av tekniken som vetenskapsbaserad och på ingenjören som en del av en bildningselit.

I praktiken blev denna snäva definition av tekniken och ingenjörsarbetet svår att upprätthålla. Dess positiva funktion spelade så småningom ut sin roll. Kring sekelskiftet hade ett par tusen ingenjörer och tekniker utexaminerats från utbildningsanstalter på olika nivåer. Gruppen var ej längre en begränsad elit. Samtidigt hade arbetsmarknaden alltmer förskjutits mot den privata industrin. Många ingenjörer var anställda lönearbetsare bland många andra. Industrin krävde en praktisk och ekonomiskt medveten teknisk kompetens av sina ingenjörer, och såg högskolans och Teknologföreningens inriktning på det "vetenskapliga" som ensidig och onyttig. Många företag föredrog därför elementarskoletekniker som hunnit skaffa sig praktisk erfarenhet framför Tekniska högskolans elever.(47) Speciellt storföretagen och deras tekniska företrädare riktade en ideologisk offensiv mot Högskolan och Teknologföreningen med krav på ett nytt ingenjörsideal, den "moderne ingenjören".

I spänningsfältet mellan ingenjören som "samhällets" och som industriintressenas företrädare tvingades ingenjörs kåren vid denna tid att delvis komplettera och omdefiniera sin professionella roll. Denna av kapitalintressena styrda omformulering slog först igenom inom Teknologföreningen. Föreningen blev visserligen inte omorganiserad till någon industrins intresseförening; "samhällsintresset" hävdades med framgång mot mer partikulära industriintressen. Men tanken om den moderne ingenjören förefaller ha slagit rot, att döma av *Teknisk Tidskrifts* innehåll och föreningens debatter efter denna tid. Här blev inriktningen på organisatoriska och ekonomiska frågor markant fr o m nu och vidare under mellankrigstiden.(48)

I det långa loppet kompletterades och sammanflätades således samhällsintresset med totalkapitalets intresse inom Teknologföreningens ram. Prägeln av en elitorganisation för både en examenselit och för näringslivets toppar, gav föreningen en stark samhällelig auktoritet. Resultatet blev, bedömde föreningens företrädare, att de svenska ingenjörerna fick ett anseende och ett inflytande i samhället som var starkare

än i andra länder, där en rent vetenskaplig-teknisk bild hade dominerat de professionella organisationerna.(49)

På högskolan blev utvecklingen något annorlunda. I ämnet Industriell ekonomi instiftades visserligen tre lärarebefattningar mellan 1912–15, men en professur inrättades först 1930. Ämnet gavs då en mer "vetenskaplig" än direkt praktisk prägel.(50) Överhuvudtaget förstärktes högskolans vetenskapliga karaktär alltmer under mellankrigstiden. Laboratoriemöjligheterna förbättrades åtskilligt i och med inflyttandet i nya lokaler efter kriget. Teknologie doktorsgrad infördes på 1920-talet och industriella forskningsinstitut inrättades på högskolans område (Metallografiska institutet, Cellulosalaboratoriet /se kapitel 6/).

Orsaken låg i en ändrad inställning till vetenskapens betydelse från industrins sida. Första världskriget och framför allt "Tysklands ingenjörer hafva . . . visat, hvad den fullgoda teorien har för betydelse i praktiken", som en ingenjör uttryckte det.(51) Nya teknikområden ställde även ökade teoretiska krav på ingenjörerna. Det var framför allt de tekniskt avancerade svenska storföretagen som behövde teoretiskt skolade ingenjörer för både forskning och produktion.(52)

Idealet om den "moderne ingenjören" torde dock ha slagit igenom bland högskoleingenjörerna under mellankrigstiden. Omformuleringen av den professionella bilden innebar för många ingenjörer en nedtoning av den "rena" tekniken. Den ändrade inriktningen gav också ett positivt löfte; en karriär från "att blifva ej blott verktyg utan ledare" var nu möjlig. Den "rene" teknikerns befodringsstruktur var begränsad. Den "moderne ingenjören" kunde däremot, med hjälp av sin administrativa och organisatoriska kompetens, avancera högre upp i företagen — även om han då med nödvändighet lämnade de rena ingenjörsjobben. En "framgångsrik ingenjör" blev från tiden kring första världskriget, paradoxalt nog, en ingenjör som inte längre helt ägnade sig åt det han främst var utbildad för. De professionella målen blev i stället organisatoriska eller administrativa ledarpositioner i industrins och statsapparatus toppskikt

Men omformuleringen medförde samtidigt ett nedtonande av kravet på att den professionella yrkesbilden skulle innebära ett element av frihet. När ingenjörerna som grupp nära band sig till industrin, måste det i professionsbegreppet inneboende elementet av autonomi ges en ny form. Frågan gällde nu för de högre ingenjörerna främst industrins och kapitalets frihet; för de lägre övergick bilden av ett "fritt arbete" till en kamp för fackliga rättigheter och bibehållen levnadsstandard. Om detta handlar andra delen av detta kapitel.

Ingenjören mellan arbete och kapital

Parallellt med den ideologiska betoningen av ingenjörskapet som ett allmänindustriellt snarare än ett enbart tekniskt-vetenskapligt arbete, kom en diskussion om ingenjörernas plats i kampen mellan arbete och kapital.

Ingenjörernas position vid företagsledningens sida hade dittills setts som självklar. Kring sekelskiftet hade dock ett relativt stort antal ingenjörer och tekniker utexaminerats från tekniska elementar- och högskolor. Allt fler gick in i industrin som anställda på mellannivå, snarare än som ledare av produktionen. I andra länder, bl a i Tyskland, uppstod ett "ingenjörsproletariat" och en rädsla för försämrade villkor förmärks även bland de samtida svenska ingenjörerna.(53) Samtidigt skärptes kampen mellan arbete och kapital.

Ingenjören som brygga?

I tider av intensiva samhällskonflikter, som under åren kring första världskriget, var det inte längre helt självklart hur ingenjörerna skulle ställa sig. De definierade sig förvisso icke som löntagare, på arbetarnas sida i kampen mot kapitalet. Men mot uppfattningen att ingenjörernas uppgift var att i alla lägen hävda kapitalets intresse, ställdes även här en mer professionell och neutral bild. Enligt den skulle ingenjören på grund av sin förmodade tekniska opartiskhet t o m kunna tjäna som *medlare* i kampen mellan arbete och kapital.

Vi kan ta ett exempel. I en kommentar till storstrejken 1909 i *Teknisk Tidskrift* pekade Nils Fredriksson, då överingenjör i Svedala, på teknikernas potentiella positiva insatser. Apropå det faktum att det var om fördelningen av samhällets goda som striden rörde sig, skrev han:

"Här står teknikern mellan de båda stridande. Personligen kan han tillhöra någon af dem, men i egenskap af tekniker är han alltid neutral. Det är honom i själfva verket likgiltigt, hvilka af människorna det blir, som få nyttan af hans verk. Ju flera desto bättre. Själf får han ofta minst. Han lefver för sitt verk, icke för sin person. Af striden mellan kapital och arbete har han endast det intresset att ingendera förlamas. Båda behövs för att genomföra hans tankar."(54)

Eftersom ingenjören ibland var företagare och ibland arbetstagare borde han, enligt Fredriksson, "känna och förstå dem båda. Han är länken. Han bör då också kunna bilda bryggan".(55)

Fredrikssons förhoppningar om en viktig medlande roll för ingenjören rönt dock snabbt mothugg. Redan i nästa nummer av *Teknisk Tidskrift* slog Erik August Forsberg, stridbar överingenjör på Separator AB, fast att denna förmodade uppgift som "neutral medlare mellan kapital och

arbete . . . /var något/ helt och hållet imaginärt".(56) Forsberg såg nämligen arbetarnas krav som omätliga. Någon kompromiss var ej möjlig. Teknikern kunde "möjligen göra det byte, hvarom arbetsgivare och arbetare strida, rikare; medla eller utjämna stridigheterna kan han ej, då den ena partens fordringar äro obegränsade".

För Forsberg var det en självklarhet att teknikern måste ta ställning, och då på arbetsgivarnas sida. Han hade ju som anställd i företaget "pligt att gå arbetsgivarens ärenden". Denna uppslutning gällde inte bara de arbetsförmän, högre teknici, verkmästare och ingenjörer som "äro arbetsgivarens förtroendemän, anställda af honom och sålunda förpliktigade att tjäna hans sak". Även de tekniker, "hvilkas verksamhet är sådan att den ligger helt på sidan om den sociala kampen" — ritare, konstruktörer och liknande — skulle, menade Forsberg, så småningom och i tider av skärpta motsättningar, tvingas välja sida. Subjektivt torde då "redan det förhållandet att . . . de flesta teknici, åtminstone de i ej alltför underordnad ställning, genom sin bildning, sin umgängeskrets och sina öfriga förbindelser väl stå närmare arbetsgivarna än arbetarna . . . ha en i flera fall afgörande betydelse", menade Forsberg.

Också teknikernas intresse av att få valuta för sina insatser torde leda dem till arbetsgivarnas sida. Det var kapitalet som var bärare av det tekniska framåtskridandet, hävdade Forsberg, och det var bara genom att stödja arbetsgivarsidan som ingenjörerna kunde vara säkra på såväl teknikens som den egna gruppens framtida välgång.

Detta meningsutbyte illustrerar, tror jag, ganska väl de anställda teknikernas situation vid 1900-talets början. I landet fanns då ca 3 600 elementar- och högskoleutbildade tekniker.(57) Deras sociala bakgrund var troligtvis mer egalitär än andra högre utbildades, men akademiskt och borgerligt ursprung dominerade likväl. Mindre än 10 % av studenterna på KTH kom under hela perioden fram till 1940-talet från arbetarklassen. Vid Chalmers och elementarskolorna var andelen något högre: ca 20 % (1930).(58) Genom utbildningen vid främst KTH bibringades eleverna en föreställning om att de tillhörde bildningseliten; sällningen var hård inför utbildningen, utbildningen var lång och vetenskapligt inriktad och många av skolans förutvarande elever hade höga positioner inom stat och näringsliv. Forsberg hade därför rimligtvis rätt i sitt påstående att ingenjörerna genom sin bildning och sina kontakter skulle känna en större förståelse för arbetsgivarnas än för arbetarnas krav i den sociala kampen.

Från kamratförening till facklig kamp

När de privatanställda ingenjörerna tillsammans med andra tjänstemän vid seklets början ändå bildade intresseföreningar, var det i form av kamratföreningar som även skulle sörja för en viss elementär trygghet för de pensionerade tjänstemännen. År 1909 bildades Svenska Brukstjänstemannaföreningen med från starten ca 900 medlemmar. Den skulle vara ett neutralt organ för brukens tjänstemän, något som i det existerande sociala klimatet utformades på ett som vi kanske anser något speciellt sätt. För att understryka föreningens neutralitet och goda vilja gentemot arbetsgivarsidan valdes nämligen chefen för Fagersta Bruk till Brukstjänstemannaföreningens förste ordförande.(59)

Under krisåren efter första världskriget bildades fler tjänstemannaföreningar, däribland Sveriges Verkstäders Tjänstemannaförbund (SVT). Denna var ursprungligen en kamrat- och pensionsförening, typ Brukstjänstemannaförbundet, men radikaliserades under 1920-talet. Bakgrunden var de svåra år av arbetslöshet och reallönesänkningar som drabbade även tjänstemännen. På 1930-talet började föreningen, nu (1932) under namnet Svenska Industritjänstemannaförbundet (SIF), att ta upp även lönefrågor och rätten till kollektiva avtal på sitt program. Detta betraktades av vissa arbetsgivare – i varje fall till en början – som ett stort avsteg från den traditionella tjänstemannaloyaliteten.(60)

SVT och SIF skilde sig från tjänstemannaföreningarna utomlands i det att de organiserade såväl teknisk som merkantil personal. Men teknikerna dominerade långt in på 1930-talet, både i medlemsantal och i representation på de ledande posterna. ”Det innebär ingen större överdrift att påstå att ingenjörerna varit och i viss mån alltjämt är stöttepelarna i industritjänstemännens fackorganisation”, skrev SIFs historiker G Malmström på 1940-talet.(61) Orsakerna till teknikernas aktivitet torde, enligt Malmström, vara deras närmare kontakter – förvärvade både i den praktiskt inriktade utbildningen och i den senare verksamheten – med arbetarna och deras fackföreningar. Ingenjörerna skulle därigenom fått ett större mått av fackligt medvetande och kunnat dra slutsatser för tjänstemannakårens del.

Det bör framhållas att dessa organisationssträvanden främst berörde teknikerna på låg- och mellannivå och dem med en utbildning under högskolenivå.(62) Lågkonjunkturerna under 1920-talet och 1930-talets början hade skakat dessa teknikers bild om en säker ställning i arbetsgivarnas närhet. Liksom övriga tjänstemän blev de påmindas om sin ställning som lönarbetare, beroende av marknadens svängningar och arbetsgivarnas godtycke. Deras position ansågs ha förändrats drastiskt under 1900-talets första årtionden. Kvar hade de, påpekades det med

bitterhet, skyldigheterna att "i vått och torrt stå på firmans sida . . . att utan invändningar underordna sig direktiv från chefshåll beträffande löner, anställning och uppträdande i och utom tjänsten . . . Men de hade förlorat sin anställningstrygghet, de sparkades utan barmhärtighet ut på gatan liksom forna tiderns daglönare, de hade mist sin sociala ställning då deras ekonomiska förhållanden försämrats . . . Deras uppvaknande var sannerligen icke av angenämaste slag."(63)

Just försämringen av de ekonomiska förhållandena jämfört med arbetarklassen var en viktig orsak till tjänstemannaföreningarnas svängning från intresseföreningar till fackliga organisationer. Många uttryck gavs i förbundens tidskrifter, SVT (1920-talet) och *Industritjänstemannen* (1930-talet) för den upplevda deklasseringen. I slutet av 1920-talet skrev SVT: "Sedan arbetarklassen tilltvingat sig en anständig levnadsstandard, söker kapitalet nu sko sig på tjänstemännens arbete och gör det på sina håll rätt grundligt".(64) Just dessa ord väckte viss bestörtning bland de mer samarbetsinriktade tjänstemännen i förbundet, framför allt i Eskilstuna, som ansåg att "de bästa resultaten vinnas genom ett lugnt och värdigt och lojalt samarbete med företagen".(65)

Missnöjet med löne- och arbetsvillkoren förenade dock de mer radikala och mer försiktiga tjänstemännen, och på SVTs riksstämma 1930 antogs en klar facklig målsättning. Bakom beslutet låg en rädsla att tjänstemännen höll på att bli ett nytt slags proletariat, utan ens "det inflytande som är tillerkänt kroppsarbetarklassen".(66) Den organiserade arbetarrörelsens framgångar sågs med en sorts motvillig beundran av teknikerna och andra tjänstemän på mellanliggande och lägre nivå. Å ena sidan hotade dess framgångar den sociala ordningen och drev på inflationen som urholkade tjänstemännens löner. Men å andra sidan gav de även ett positivt exempel. Rädslan för "kollektivismen" minskade efter hand när tjänstemännen med *Industritjänstemannens* ord 1933 kommit "därhän att de behöva organisation för att återvinna individualitet och människovärde".(67)

Löntagare eller professionell?

Tekniker på lägre och mellannivå slöt sig alltså samman. Men de högre ingenjörerna dröjde ännu länge med att organisera sig fackligt. Endast en del valde att bli medlemmar i SIF (ca 10 % i början av 1940-talet).(68)

Också för de högskoleutbildade ingenjörerna var de första mellankrigsåren bekymmersamma. En Chalmersingenjör, Odd Albert-Waaler, skrev 1923 en temperamentsfull "avhandling" om ingenjörernas löne- och anställningsvillkor, baserad på egna beräkningar och på en av Teknolog-

föreningen verkställd undersökning från 1918.(69) Här jämfördes dock inte med arbetarklassen och dess framgångar, utan med andra s k "fria" yrken – doktorer, jurister och tandläkare, som i likhet med civilingenjören ansågs tillhöra "överklassen". Jämförelsen utföll dock till ingenjörernas nackdel: de hade höga inträdesfordringar till sin utbildning, lång studietid och stränga studiekrav, men fick usla löner som resultat av sin möda speciellt i statlig och kommunal tjänst.

Detta faktum kunde få oanade sociala skadeverkningar, påpekade Albert-Waaler. Det gamla spöket om ett "ingenjörsproletariat" togs fram och arbetsgivarna varnades: Om nu avståndet mellan ingenjörerna och arbetarklassen minskade på grund av den senares kollektiva framgångar, skulle ingenjörernas sociala status och auktoritet kunna bli lidande. "Följden härav blir ju att avstånden mellan arbetaren och ingenjören minskas, bildligt talat, arbetaren kommer att i ingenjören se även en 'löntagare' och respekten för denne kommer därigenom att minskas."(70)

Det låg därför i arbetsgivarnas intresse att höja ingenjörernas löner och förhindra ett ingenjörsproletariat som skulle kunna definiera sig på "fel" sida i klasskampen: "En annan följd av god betalning är ju . . . att ingenjören mera betraktar sig som arbetsgivare vis-a-vis sina underlydande och med större nöje ställer sig på sin principals sida vid eventuella arbetskonflikter", konstaterade Albert-Waaler.(71)

Han var långtifrån den enda som krävde en förbättrad status åt de högutbildade ingenjörerna. I början av 1920-talet uppkom bland högskoleingenjörerna krav på ett ingenjörsförbund, som mer aktivt än Teknologföreningen skulle driva ingenjörernas ekonomiska intressefrågor. Vad som avsågs härmed är något oklart; klart är dock att lönefrågor undantogs i initiativtagarnas kravlista. Detta kan kanske förklaras med att löneförhållandena mellan 1918 och 1923 förbättrades för framför allt de offentligt anställda civilingenjörerna. Manliga ingenjörer, tekniker och ritare hade för övrigt en högre medianinkomst under mellankrigstiden än någon annan tjänstemannagrupp.(72)

Ingenjörsföreningen för de högre utbildade ingenjörerna ansågs dock nödvändig för att avvärja eventuella framtida hot mot teknikernas sociala och ekonomiska ställning. Intressant nog sågs i många inlägg i början av 1920-talet detta hot främst som något som skulle komma underifrån och ej från arbetsgivarnas sida. De högutbildade ingenjörernas ställning och inställning var som synes något annorlunda än teknikernas på lägre och mellannivå i företagen.(73)

Efter åtskilligt diskuterande inom Teknologföreningen under åren 1920-24 föll tanken på ett ingenjörsförbund. Teknologföreningen tog sig mer aktivt än tidigare an ingenjörernas "intressefrågor": deras arbets-

löshet och lönesituation utreddes, en platsförmedling ordnades, stöd gavs till utlandspraktik, kontakter med industrins toppskikt utnyttjades i skilda sammanhang osv.

Det skulle dröja till 1940-talet, innan en fackförening som explicit organiserade civilingenjörer uppstod, i och med SACO (1947). Då hade den svenska organisatoriska arenan förvandlats i och med lagen om föreningsrätt och förhandlingsrätt för privatanställda (1936), SIFs framgångar och Svenska Brukstjänstemannaförbundets införlivande i SIF (1940) – efter att in i det sista varit mer av en kamratförening än ett fackligt organ. Vid 1950-talets början uppkom en dragkamp mellan SACO och TCO om de högutbildade ingenjörerna, men ännu vid denna tid var enligt en undersökning av Edmund Dahlström en relativt stor andel av de högre teknikerna principiella motståndare till facklig organisation.(74)

Det rent professionella idealet eller synen på ingenjören som industriledare utmanades dock under efterkrigstidens expansions- och krisår. Civilekonomer konkurrerade ut civilingenjörer i många ledande befattningar, och det starkt växande antalet högskoleutbildade ingenjörer fick söka sig till mer rutinbetonade uppgifter på mellannivå, som tidigare besatts med gymnasie- och institutsingenjörer.(75) En intressant följd av det nya läget var Svenska Teknologföreningens sammanslagning med SACO-förbundet Civilingenjörsförbundet i början av 1970-talet; illusionen om gemensamma professionella, snarare än fackliga intressen, lades då på hyllan. Samtidigt framtonade, som vi skall se i kapitel 12, ett nytt ingenjörsideal; det postindustriella samhällets ”moderne ingenjör”.

Sammanfattning

Ingenjörer och tekniker har haft strukturellt mycket olikartade positioner i den samhälleliga arbetsdelningen; de har som illustreras i figuren nedan varit såväl ämbetsmän, kapitalföreträdare som anställda lönarbetsare i mer underordnade positioner. (Se figur nästa sida.) Jag har i det här kapitlet sökt visa hur dessa skiljaktiga positioner påverkat ingenjörskårens definition av sina intressen och sin sociala betydelse.

Förutom av denna ”multifunktionalitet” påverkas ingenjörer, både som individer och som kollektiv, av den möjliga och faktiska mobiliteten mellan de skilda funktionerna. Rörlighet mellan offentlig och privat tjänst samt mellan olika uppgifter och hierarkiska nivåer särskilde tidigt ingenjörerna från andra, högutbildade grupper. Rörligheten blev en integrerad del av yrkesbilden.

Då ingenjörskollektivet samtidigt företräder och uttrycker kapital-

KAPITAL/industriintresset



ARBETE/löntagarintresset

intresset, allmänintresset och löntagarintresset i samhällsutvecklingen uppstår spänningar inom kären. Dessa spänningar har man sökt tona ner genom att betona en ideologi som ställt tekniken och dess företrädare så att säga ovanför eller utanför klassmotsättningarna. Ideologin har även haft till funktion att höja eller upprätthålla den egna sociala statusen genom en betoning av teknikens neutrala och framstegsvänliga roll.

Ursprungligen tog sig denna ideologi en professionell form, som var starkt präglad av ämbetsmannaidealet och som baserades på en uppfattning om tekniken som ett uttryck för Vetenskapen och Samhällsintresset i stort. Denna ideologi var dock instabil i sin "rena" form. Ingenjörsideologin har kommit att vackla mellan samhällsmotsättningens båda dominerande poler. En del av ingenjörskåren har kommit att definiera sina intressen i enlighet med en löntagarfacklig syn på motsättningarna, en annan framför allt i högre positioner inom stat och näringsliv, har sett teknikens och teknikernas intresse som sammanfallande med kapitalintresset.

Det är dock viktigt att notera, att även den fackliga synen har påverkats av det professionella idealet om ett fritt yrke och om en intressegemenskap mellan alla teknikens handhavare samt av de faktiska möjligheterna till karriär och horisontell mobilitet. De motsägelsefulla positioner som ingenjörer och tekniker har även som löntagare — de arbetar som arbetsledare med befälsrätt eller som tekniska experter med visst inflytande över det egna arbetet men ej över företagets investeringsbeslut i stort — har lett till en facklig identitet som skiljer sig från den traditionella, manuella arbetarklassens.

12. Teknikern i politikens värld

I det här sista kapitlet skall jag ta upp ingenjörers och teknikers förhållande till politiken, så som det framkommit i fackpress och i den offentliga debatten. Vilken roll har de ansett sig spela i det politiska livet? Vilket ansvar har de menat sig ha för den samhällsutveckling som i så mycket präglats av den tekniska utveckling de hjälpt till att skapa?

Mitt resonemang i kapitlet bygger på tre sammanfattande tankar:

För det första menar jag att den dominerande inställningen till politik och till politiskt ansvarstagande bland tekniker har varit a-politisk och passiv. Detta innebär i regel att de varit följ samma till existerande maktstrukturer.

För det andra menar jag att den ideologi som förts fram, i de fall teknikerna lämnat teknikens värld för politiska ställningstaganden, haft en klar teknokratisk prägel. Med teknokratisk ideologi avses då en mer eller mindre utarbetad politisk inställning som hävdar:

(a) att politisk auktoritet bör ges åt de elitgrupper som på grund av begåvning eller specialutbildning sitter inne med den kunskap som är nödvändig för att ett avancerat industrisamhälle skall kunna fungera; och/eller

(b) att politik kan och bör reduceras till en teknisk procedur att finna de effektivaste medlen för att nå ett givet mål. Beslut bör fattas på grundval av rationellt tänkande och inte på basis av tradition, politiska lidelser, gruppintressen eller känslobaserade värdepreferenser.

För det tredje menar jag att *både* den politiska passiviteten och den mer aktiva teknokratiska visionen bör betraktas som härrörande ur ingenjörers/teknikers yrkespositioner och konkreta arbete. Den a-politiska inställningen och den antipolitiska, teknokratiska ideologin har alltså samma rötter.

Med andra ord, menar jag att den materiella praktiken ger upphov till en spontan ideologi om denna praktik, samt att uppfattningen om det egna arbetet färgar av sig på uppfattningar om samhället och politiken.

Teknikens trygga värld

Det har inte, i Sverige och annorstädes, saknats förespråkare för mer makt och inflytande åt den tekniska sakkunskapen. I ett senare avsnitt skall jag ta upp deras argument. Ett centralt problem för dessa "teknokratiska" ideologier, från Saint-Simon och Veblen till de praktiskt verkssamma svenska ingenjörerna, har varit: Hur skall man väcka den stora massan av ingenjörer till politisk handling? Hur skall man bryta deras politiska ointresse? Hur skall man gå från det "faktum" att ingenjörerna är "strategiskt placerade" i samhället till att ge dem en insikt om den egna gruppens betydelse och ansvar?

Jag vill här inte påstå att ingenjörerna varit mer politiskt ointresserade än andra yrkesgrupper. Tillgängligt material ger inte underlag för några bestämda slutsatser.⁽¹⁾ Men gapet mellan vissa ingenjörers vision och andras verklighet har varit tillräckligt stort för att motivera en diskussion om "ointressets" bakgrund och bevekelsegrunder.

Strukturell splittring och motsägelsefullhet

I tidigare kapitel har jag pekat på det faktum att ingenjörer och tekniker befinner sig i ett flertal motsägelsefulla positioner i den samhälleliga arbetsdelningen. De har varit såväl arbetsgivare som löntagare, representerar såväl för "allmänintresset" i stat och kommun som för enskilda och kollektiva kapitalintressen. Också som löntagare finns de ofta i ambivalenta och motsägelsefulla positioner. De är formellt men ej reellt underordnade kapitalet; liksom arbetarklassen är de beroende av att sälja sin arbetskraft på en marknad. Men de skiljer sig delvis från arbetarklassen i det att många har självständigt arbete, har en del av kapitalets befälsrätt delegerad till sig och dessutom kan förvänta sig eller sikta på en karriär upp i beslutsfattande, överordnade positioner.

Till dess betingelser kan läggas den heterogena kunskapsbasen, mångfalden av utbildningsvägar, den varierande sociala bakgrunden.

1800-talets ingenjörer var ett fåtal, som hölls samman av ett personligt kontaktnät och en relativt likartad social ställning. Vi har sett i kapitel 11 hur de högutbildade teknikerna lyckades skapa en gemensam identitet kring sin utbildning och kring den nya, vetenskapliga teknik som de representerade. Denna gemensamma identitet blev svårare att upprätthålla när kåren växte och differentierades på skilda uppgifter och samhällspositioner. Rollen som kapitalföreträdare — "den moderne ingeniören" — och så småningom även löntagaridentiteten delvis ersatte, delvis kompletterade den vetenskapligt-professionella identiteten.

Dagens motsägelsefulla och splittrade ställning har lett till den fackliga och politiska uppdelning vi finner bland ingenjörer och tekniker. De är organiserade i tre fackförbund, SACO (Civilingenjörsförbundet), TCO (SIF) och SALF (Svenska Arbetsledareförbundet). De *högutbildades* professionella organisation, Svenska Teknologförbundet, gick i början av 1970-talet ihop med Civilingenjörsförbundet. Som grupp definierar de sig utåt som en utbildningsmässig elit. Politiskt är de klart borgerliga.(2)

Övriga *teknikergrupper* politiska hemvist är inte, efter vad jag vet, närmare studerad. Ingenjörer och tekniker sökte på 1930-talet tillsammans med andra tjänstemän definiera sig som en "tredje kraft" i den politiska kampen. Men tjänstemännens varierande arbetsvillkor och sociala bakgrund förhindrade ett enat politiskt uppträdande annat än i enstaka sammanhang. Merparten förefaller ha varit borgerliga, men socialdemokratin har från 1960-talet ökat sin andel bland tjänstemännen.(3)

Min slutsats av detta, starkt förkortade resonemang, blir att ingenjörer som yrkesgrupp — i likhet med andra tjänstemän — inte kan ses som någon enad, självständig och målmedveten social grupp i samhället. De bildar ingen självständig social kraft, utan reagerar på de förändringar och konflikter som orsakas av den grundläggande motsättningen mellan arbete och kapital i ett kapitalistiskt samhälle. Politiskt ointresse eller passivitet är en rimlig följd av en sådan strukturell position.

Till detta vill jag dock lägga speciella omständigheter i ingenjörernas arbetssituation och i det *tekniska arbetets karaktär* som, menar jag, främjar en a-politisk inställning.

Det positivistiska idealet

Låt mig börja denna diskussion med ett citat. I en debatt inom Svenska Teknologföreningen 1969 om "Den goda tekniken" beskrevs teknikerns traditionella etiska inställning till sitt arbete. Resonemanget refererades i *Teknisk Tidskrift*:

"/Teknikernas/ frihet, ansvar, skaparuppgift och ideologi inskränker sig till att med begränsad resursanvändning åstadkomma optimala lösningar av problem. Ansvaret för vilka problem som skulle lösas och vilken resurstillgången skulle vara låg hos politikerna och marknadens konsumenter. Teknikerna hade icke del i detta ansvar på annat sätt än andra medborgare."(4)

Enligt detta sätt att resonera innebär teknikerns syn på det egna arbetet och dess konsekvenser en strikt uppdelning mellan mål och medel. Målen bestäms av andra. Resultatens önskvärdhet och användning likaså. Teknikerns uppgift är endast att frambringa resultatet på tekniskt bästa sätt. Teknikerna bryr sig därför endast om sådana resultat som — med *Teknisk*

Tidskrifts referents ord — är ”objektivt mätbart, rationellt och kvantitativt”. Övriga aspekter kan eller vill han inte befatta sig med.(5)

Detta positivistiska ideal genomsyrar utbildningen och får sin näring i de dagliga problem som ingenjören har att lösa. Erfarenheterna i arbetet kan sägas främja en *konkret, försiktig* och *icke-spekulativ* inställning till verkligheten. Fel och misstag har orsaker som kan uppdragas och rättas till: ”Om vi ingenjörer gör en bro och den ramlar därför att vi räknat fel så göra vi vårt bästa för att taga reda på var felet legat och kunna då finna att det berott på att våra teorier varit för generella eller att vi försummat någon detalj och söka att nästa gång gå mera exakt tillväga och göra vår sak bättre”, hette det 1932.(6) ”The one best way”, som Taylor kallade det, må vara något av en karikatyr. Men tron att det finns optimala lösningar är inbäddad i det tekniska arbetet; någon form av lösning måste alltid uppdragas (se kapitel 5). Denna lösning är dessutom resultatet av rationellt, systematiskt arbete, ej av värdepreferenser eller ”tyckande”.

Till detta kommer den *kontinuerliga* karaktären hos mycket av teknisk förändring. Arbetet innebär ständiga småförbättringar av det redan existerande — eller vad jag i kapitel 3 kallade ”vardagsrationaliseringar”. Som vi även såg i kapitel 8, ägnar sig ytterst få ingenjörer åt verkligt radikalt nyskapande arbete. Normalt är arbetet rutinmässigt och bygger på kända principer.

Den tyska sociologen Gerd Hortleder menar, att de flesta ingenjörer därför i sitt arbete får en erfarenhet som försvårar för dem att se utveckling som något annat än försiktiga, rationellt kalkylerande steg framåt. Det blir svårt för dem att föreställa sig, att den tekniska processen — liksom samhällsutvecklingen — skulle kunna ändras drastiskt eller fungera efter helt andra principer.(7)

En dominerande uppfattning fram till helt nyligen, och inte bara bland tekniker, har varit att tekniken stått för något i sig *progressivt*. Kritiker och försvarare av den kapitalistiska samhällsordningen har här delvis kunnat enas (jfr kapitel 4). Att ingenjörerna själva haft en sådan inställning är därför inte så underligt. Inom sitt gebit har ingenjören kunnat se sig som en samhälleligt accepterad företrädare för Framsteg och Utveckling. Han vill, som en svensk ingenjör påpekade på 1940-talet, ”gärna rida på framåtskridandets första vågkam. Här vill han se framåt, vara föregångare och ledare”.(8)

I teknikens utveckling är det endast nuet och framtiden som räknas. Det som är föråldrat inom tekniken — må det så vara förra årets modell — är omodernt, icke längre optimalt eller i bästa fall musealt. Teknikens mål är att gå framåt. Gårdagens teknik är något man lämnat bakom sig, något som är mindre perfekt än det existerande. Det kan bara användas som negativt exempel i förhållande till dagens problem. Hortleder påpe-

kar i sin analys, att denna konkreta erfarenhet lätt kan leda till en oförmåga att dra positiva slutsatser från historien och en svårighet att se relativt på människors erfarenheter och på det egna arbetets plats i samhället.(9) Till detta kan läggas att det, utifrån en sådan syn på det egna arbetets resultat, måste förefalla obegripligt och irrationellt att någon, inom eller utanför teknikens värld, *inte* skulle vilja ha framsteg, utan medvetet välja bort en ny och tekniskt sett "bättre" process eller produkt.

Låt mig sammanfatta. Arbetet domineras av klara målsättningar, krav på exakthet i metoder och resultat, kontinuerliga och små förändringar, en uppfattning att problemlösningar går att finna med hjälp av rationella och systematiska metoder, att utvecklingen går framåt samt att värderingar bör hållas utanför praktiken.

Politikens bisarra värld

Denna konkreta dagliga erfarenhet försvårar förståelsen och minskar intresset för mer komplexa mänskliga beteenden: "I ingenjörernas krav på exakthet i problemlösningarna finns det föga plats för så irrationella faktorer som de samhälleliga sammanhangen", påpekades det i *Industri-tjänstemannen* 1950.(10) Teknikerna ansåg sig även tidigare "ej hava lust att ägna sin tid åt långgrandiga politiska diskussioner och socialt svammel. Nej, hellre då det rent tekniska arbetet, som kan lämna omedelbara och praktiska resultat"(1921).(11)

I många inlägg under årens lopp i ingenjörstidskrifter och protokoll framkommer även en direkt *motvilja* mot den politiska världen och dess arbetsformer; ingenjörens ointresse för politiken ses därmed som helt naturlig: "Van att med räknestickan i hand söka exakta lösningar på ovedersägliga fakta, bär det honom emot att i de täta vildsnåren av ovidkommande ting ur den politiska debatten sovra ut det som har positivt värde. Att ur timslånga debatter om ofta oväsentliga detaljer finna ett tillfredsställande arbetsresultat bär honom emot mer än de flesta." (1947).(12)

Klagomålen återkommer under hela 1900-talet. 1941 skrev t ex en ingenjör om politikens värld och teknikernas ointresse för denna: "Ett sysslande med politik tar mycket tid och är ofta nog ineffektivt och därmed uppslitande. Verkningsgraden i det politiska livet är säkert mycket låg".(13)

Ur denna kontrast mellan teknikens och politikens värld har två slags slutsatser dragits av ingenjörerna. Den ena är att ingenjören bör förbli vid sin räknesticka och låta andra diskutera politiken och de övergripande målen: "Teknikern har ett utpräglat sinne för objektivitet och vill inte påtvinga andra sina värderingar", skrev *Teknisk Tidskrifts* redaktör 1969. "Han kanske till och med inser vilken betydelse och makt tekniken har i samhället och vill inte i teknokratisk anda utöva den, han vill inte med egna värderingar manipulera samhället." (14) Detta är den dominerande *a-politiska linjen*.

Den andra slutsatsen är det motsatta: Ingenjörens speciella uppgift, ja plikt, är just att påverka samhället i "*teknokratisk anda*". Sakkunskap och förnuft bör råda: "Det kan nog inte undvikas att ingenjören med sin träning att angripa och analysera problem i allmänhet, sin uppövade färdighet att räkna och kalkylera på allting blir, i den mån det moderna livet allt mer kompliceras, så småningom överlägsen herrn med bara bondförnuft", påpekades det 1922. (15)

Vid åtskilliga tillfällen understryks, att det inte är rätt av ingenjörerna att isolera sig i fabriker och på laboratorier. Vi måste "medverka till vårt samhälles ändamålsenliga uppbyggande och funktion . . . uppgifter som borde ligga naturligt till för oss", hävdade en ingenjör 1941. "Vi är vana att arbeta, tänka och handla sakligt och objektivt och med ett klart fattat praktiskt nyttyssyfte som riktmärke." (16)

Vi kan här återvända till kapitlets inledande anmärkningar om det teknokratiska tänkandet. Jag såg två aspekter som utmärkande för en teknokratisk uppfattning: (a) att (teknisk)sakkunskap borde råda vid politiska beslut i ett tekniskt och industriellt avancerat samhälle, samt (b) att tekniskt-rationella procedurer borde ersätta de existerande särintressenas köpsläende och politiska käbbel. (17) De här aspekterna behöver inte, som vi skall se, existera samtidigt; det de har gemensamt är att den tekniska sakkunskapen och rationaliteten antas stå över de politiska motsättningarna i samhället. Det är dessa tankars nedslag i den svenska verkligheten jag nu skall studera.

Den teknokratiska lockelsen

Teknokratiskt tänkande kan vara mer eller mindre vittsyftande. Man kan kräva *mer* makt och inflytande åt dem med teknisk kunskap, men man kan också begära den *avgörande* makten i samhället. Vi skall finna att den senare, mer radikala versionen i stort sett förkastats av de svenska

teknikerna. Varianter av den mildare versionen har dock dykt upp vid åtskilliga tillfällen.

Vi kan ange två utgångspunkter för det teknokratiska tänkandet:

(1) En inomkapitalistisk vision, som accepterar det existerande samhällssystemet, men som kräver en cirkulation av eliten till förmån för den tekniska sakkunskapen och/eller en omdaning av politikens former i mer "rationell" riktning.

Det teknokratiska argumentet fungerar här som stötta för en uppåtstigande grupps samhälleliga ambitioner. Men kräver "rättmätig" tillgång till viktiga positioner i samhället. Argumenten riktas *utåt* i kamp mot andra grupper och som kritik av existerande förhållanden, samt *inåt* som en uppmaning till större aktivitet från de egna medlemmarnas sida. Båda varianterna har förekommit bland svenska ingenjörer.

(2) Som en kritik av och ett alternativ till det existerande samhällssystemet. Detta är – eller uppfattas vara – i kris och upplösning.

Teknikerna talar här inte i huvudsak i eget intresse utan i samhällets, och kräver en radikal omgestaltning av den existerande samhällsordningen. De anser sig stå för allmänintresset gentemot det kapitalistiska systemets gruppegoism och ofructbara politiska käbbel. I dess ställe vill de sätta en politisk och social struktur som präglas av sakkunskap och rationalitet, ordning och förutsägbarhet.

Vi kan sammanfatta ovanstående resonemang i en figur, som anger det teknokratiska tänkandets innehåll och samhällsmål.

SYFTE INNEHÅLL	Förändring <i>inom</i> systemet	Förändring <i>av</i> systemet
	I	II
Teknisk sakkunskap = vem som beslutar		
Rationella procedurer = hur det beslutas	III	IV

I den följande diskussionen kommer jag att fylla dessa boxar med konkret innehåll, hämtat framför allt från det tidiga 1900-talets och mellankrigstidens diskussioner.

Den "moderne ingeniören" som teknokratiskt ideal

Ett gott exempel på den första typen (I) av teknokratiskt resonemang

erbjuder det tidiga 1900-talets plädering för den "moderne ingenjören".

Hela tidsandan är för ingenjören, påpekade den i föregående kapitel citerade skribenten H N P i *Teknisk Tidskrift* 1909: "Tiden och lifvet ha blifvit allt mer och mer mekaniserade, och den enda uppfostran, som fullt motsvarar detta tidens skaplynne, är ingenjörens." (18) I det av teknikens och industrins lagar styrda samhälle som många ingenjörer såg framför sig, hade ingenjören både en skyldighet och en rättighet att ta ansvar för samhällsutvecklingen; detta senare då i kraft av sin kunskap och sin rationella metod. (19)

I visionen om den moderne ingenjören ingick även krav på ingenjörerna själva. Teknikens sakkunskap måste, ansåg man, omfatta fler områden än de renodlat tekniska. Annars var anspråken på att bilda en statsbärande elit alltför förmätna. Genom ett målmedvetet och taktiskt inriktat uppfostringsarbete måste ingenjören därför "höja sitt rent mänskliga värde, långt utöfver fackmannens ensidiga, i själfva verket mycket underdåniga roll". skrev H N P i *Teknisk Tidskrift*. (20) Krav ställdes, som vi noterat i kapitel 11, på Teknologföreningen och på Tekniska Högskolan.

Intressant nog, är denna tanke om att ingenjören borde få en bredare utbildning något som återkommer genom hela 1900-talet. I seklets början (och även vid 1800-talets slut) var det administrationslära och bokföring som krävdes av Högskolan och Teknologföreningen. (21) På 1950-talet kom krav på socialpsykologi och arbetslagstiftning. (22) Däremellan var det bl a ingenjörens ovana vid offentligt uppträdande – på grund av stelbenta undervisningsformer på Högskolan – som hindrade honom att inta sin rättmätiga plats i samhällslivet. "Bristande träning i talekonsten" gjorde ingenjören stum som en fisk, hans inlägg blev färglösa och korthuggna och han kunde inte göra sin sakkunskap gällande mot debattvana motståndare, klagades det 1947. (23)

Det intressanta med dessa återkommande krav är deras relativa brist på framgång. De efterfrågade humanistiska och samhällsvetenskapliga ämnena har haft en marginell ställning vid svenska tekniska högskolor jämfört med situationen i vissa andra länder. T o m det av industrin och teknikerna själva så starkt förespråkade ämnet "Industriell ekonomi" fick en riktig professur först 1939. Undervisningsformerna har ändrats föga fram till 1970-talet. (24) Detta säger något om undervisningssystemets tröghet, men kanske också om den starka tron på teknikens egenvärde i den svenska kulturen. (25) Teknisk kunskap och erfarenhet har räckt för att motivera en elitposition i samhället. Någon humanistisk och/eller samhällsvetenskaplig uppbackning har egentligen inte behövts.

I kampen för den moderne ingenjören ingick även en attack på etablerade företrädesrätter. Målet var framför allt att "bryta juristernas duperande makt och bereda plats för dem, som i första hand äga de insikter, som erfordras för att styra människor och materia".(26)

Angreppet på "juristdyrkan" inom industrin och i statliga verk var ett gammalt tema i *Teknisk Tidskrift* samt inom Teknologföreningen och dess föregångare. Med industrins växande betydelse och det ökade antalet ingenjörer i samhället fick argumenten större tyngd. Slagordet om den moderne ingenjören var riktat mot etablerade yrkesgruppers monopol på chefsskap och påverkan i samhället, men också mot den existerande statsförvaltningens och t o m industrins sätt att fungera. Däri fanns således element av en teknokratisk kritik av typ III i den ovan skisserade figuren; arbetsformerna, procedurerna i det existerande samhället måste moderniseras i mer rationell riktning.

I kapitel 10 om "rationell arbetsledning" visade jag hur ingenjörerna kritiserade företagets traditionella organisation. Också den statliga byråkratin och dess formella arbetssätt angreps av ingenjörerna: "Förklaringen till detta fenomen – juristdyrkan –", påpekades av ingenjör Svedberg 1909, "ligger i en genom långa tiders vana utvecklad kult av *formen* och tron, att ingen annan än en jurist kan lära sig affatta ett yttrande *formellt* riktigt, eller att ingen annan – möjligen med undantag af militären – duger att administrera."(27)

I stället för *formen* ville skribenten sätta *sakens* betydelse vid de industriella frågornas behandling inom statsförvaltningen. I byråkratsstrukturen såg man även pedanteri, juridiskt lagvrängeri och konservatism.(28) Ingenjörernas frigörande av ekonomi och produktivkrafter hindrades av föråldrade bestämmelser och en oförstående ämbetsmannakår. Så förklarar ett inlägg vid Teknologföreningens årsmöte 1909 ingenjörernas bristande roll i samhället med att dessa "i sitt arbete /har/ att kämpa mot en massa hinder och svårigheter, beroende på otidsenliga lagbestämmelser, byråkratiskt oförstående och mycket annat samt sist men icke minst den K. svenska afvundsjukan".(29)

Redan efter första världskriget är tonen emellertid en annan. Teknikerna led inte längre, konstaterades det, "under juristernas obegränsade monopol på de ledande platserna". Kriget hade demonstrerat teknikens stora betydelse och teknifieringen av allt större delar av samhällslivet hade medfört att ingenjören "kommit ut i samhället på ett helt annat sätt än förut".(30)

I en ledare i *Teknisk Tidskrift* 1922 jämfördes efterkrigstidens situation med situationen före kriget, då även den skickligaste ingenjör an-

gavs ha fört "en ganska obemärkt och undanskynd tillvaro" och då "det klagades mycket i tekniska kretsar". Ingenjörer återfanns nu, hette det, på ledande poster inom industrin, finansvärlden och i statsförvaltningen. "Juristväldet" var inte längre något hot: "Under det att det förr var ett uppseendeväckande undantagsfall att en ingenjör kom upp i en framskjuten statstjänst, faller det sig numera nästan av sig självt, att ledningen av tekniska verk och särskilt ledningen av tekniska byråer skall ligga i sakkunnigas händer".(31) Om byråkratins arbetsformer nämns dock föga; *sakens* betydelse ansågs kanske vara säkerställd i och med sakkunnskapens framsteg inom byråkratin.

De former som nu kritiserades var av annat slag. Vad hjälper det att ingenjörerna nu fått sin rättmätiga plats i kommittéer och ämbetsverk, när yrkespolitikerna sedan förrycker resultaten, frågade sig kemisten O Cyrén i *Teknisk Tidskrift* 1920. "Allt vad teknisk sakkunskap utarbetat äventyras inför en folkrepresentation, till stor del sammansatt av icke sakkunniga, valda under de politiska lidelsernas kamp".(32)

Den teknokratiskt färgade samhällskritiken vände sig här mot efterkrigstidens nya politiska system. "Arbetarnas politiska frammarsch" hade, enligt Cyrén, förstört andan på företagen och i det politiska livet. Arbetarrörelsens nyvunna politiska makt såg han som ett hot jämbördigt rivaliteten nationerna emellan: "När sakkunskapen och erfarenheten försvinna ur ledningen, då är början till slutet inledd. Det är arbetarnas bekvämlighetskänsla, stödd på intensiv politisk agitation och därav uppammat klasshat, som jämte folkhatet allvarligast hotar hela världens industriella och merkantila liv".(33)

Det är dock viktigt att notera, att dessa våldsamma anklagelser inte ledde till något alternativt politiskt program. Cyréns slutkläm var något av ett antiklimax; Ingenjörerna uppmanades att organisera sig för att "låta teknisk sakkunskap komma till sin rätt vid den tekniska handläggningen av alla tekniska frågor".(34) Möjligen är det det då diskuterade Ingenjörsförbundet som åsyftas.

Vi finner här ett konstant element i de svenska högutbildade ingenjörernas uppfattning om den politiska makten. Man slår gärna ned på andra gruppers brist på sakkunskap och saklighet och hävdar den egna gruppens överlägsenhet på en mängd områden, främst då de vagt definierade "tekniska". Men något eget, avvikande samhällsprogram förs inte fram. Diskussionen begränsas till rutorna I och III i den tidigare figuren. Några drastiska ändringar i beslutsformer eller samhällssystem krävs inte, inte ens när missnöjet är stort. Redan 1909 påpekade signaturen H N P vikten av försiktighet: ingenjören "bör ej som sina föregångare gå till öfverdrift och af goda konjunkturen låta sig lockas att taga för sig för mycket af makten".(35)

Frågan kan ställas vad som hände när "konjunkturerna" inte längre var fullt så "goda" och möjligheterna att nå bra positioner blev mindre än förväntningarna. H N P tillade, trots allt, i sin artikel att "Hvar och en må hafva sitt, men med kraft skall han veta att behålla den makt, som redan sedan länge borde varit hans."(36)

Ett konkret åskådningsexempel erbjuder den amerikanska teknokratirörelsen, som uppkom under mellankrigstiden. Jag skall i nästa avsnitt beskriva dess utveckling i en ekonomisk och social situation som till dels liknade den svenska, och därefter studera den amerikanska diskussionens effekter och motsvarigheter i den svenska verkligheten.

Ingenjörer och politik i USA och Sverige

Jag har tidigare noterat den amerikanska rationaliseringsrörelsens genomslag bland svenska ingenjörer. De amerikanska produktionsmetodernas effektivitet beundrades, liksom de amerikanska ingenjörernas mer allmänna kamp mot "Waste in Industry" (namnet på en kommission ledd av ingenjören och senare presidenten Herbert Hoover).(37)

Strax efter första världskriget samt under 1930-talet uppstod en rörelse bland USAs ingenjörer som vände sig mot arbetsgivarnas och politikernas påstådda slöseri och sabotage. Ett teknokratiskt ideal hävdades för *hela* samhällets, och inte bara för industrins och de enskilda företagens organisation. Också här antogs ingenjörerna ha en särskild mission att fylla. (Vi rör oss således nu i rutorna II och IV i figuren på sidan 230.)

En av de tidiga nyckelfigurerna i denna diskussion, och av många ansedd som dess intellektuella inspirationskälla, var den norskättade ekonomen och sociologen Thorstein Veblen.

Veblen och ingenjörerna

"En av de egendomligaste förutsägelseerna i samhällsvetenskapens historia torde vara Veblens slutsats att ingenjörerna skulle utgöra den revolutionära klassen i Amerika." Så inledde den amerikanske historikern Edwin Layton en artikel om "Veblen and the Engineers".(38) Veblen, som var en känd och omstridd samhällsvetare, framträdde efter första världskriget som en av teknokratitankens intellektuella nyckelfigurer. År 1921 utkom hans bok *The Engineers and the Price System*. Han såg där ingenjörerna som de förnämsta representanterna för den produktiva och revolutionära delen av samhället. I denna ingick även arbetarklassen,

som dock gavs en andrarangsroll. I Veblens tänkande stod maskinsystemet för den produktiva, kreativa instinkten hos människan. Mot denna stod rovdriften, "the predatory instinct", manifesterad i dåtidens affärsvärld och dess av profitintresse dikterade sabotage mot produktion och tekniska framsteg.

I *The Engineers and the Price System* analyserade Veblen olika slag av ingenjörer (konsult-, produktions-, unga, gamla ingenjörer osv), liksom deras tänkande. Veblen hävdade, att ingenjörerna började bli klassmedvetna, om än med viss tveksamhet. Det är här vi finner hans fascinerande profetia: "The chances of anything like a Soviet in America, are the chances of a Soviet of Technicians."(39)

Som Layton påpekar, vore det svårt att finna en mer osannolik grupp i spetsen för en revolution i Amerika: Ingenjörerna var om något en av de mest konservativa yrkesgrupperna i landet. Vad hade lett Veblen in på dessa tankgångar?

Till dels torde Veblen vara offer för sina egna teoretiska premisser om den maskinella produktionen och dess handhavare som uttryck för mänsklighetens kreativa och framåtsträvande krafter. Till dels torde han ha påverkats av konkreta omvälvningar inom den amerikanska ingenjörs-kåren. Kontakten med oppositionella ingenjörer och vissa händelser inom det största amerikanska ingenjörsförbundet (American Society of Mechanical Engineers, ASME) hade gett empiriskt material åt Veblens tänkande.

Under 1900-talets första år hade en ökad medvetenhet uppstått inom delar av den amerikanska ingenjörs kåren om den egna gruppens viktiga, men samtidigt marginella samhällsställning. Liksom i Sverige vid samma tid ville man se ingenjören som en ny civilisations skapare; en bärare av "ekonomisk effektivitet och social rättvisa" som en skribent i *Mechanical Engineering* uttryckte det.(40) De amerikanska ingenjörerna riktade dock en kraftfullare kritik mot etablerade finans- och industriintressen än någonsin de svenska. Vi kan minnas, att detta var rövarbaronernas och finansmagnaternas tid i USA, en tid präglad av skandaler och korruption.

Den ledande rebellen inom ASME var Morris L Cooke, som 1915 blev vice ordförande i förbundet. Under åren 1917-20 lyckades han och hans anhängare ta över hela förbundet, som därmed genomgick en radikal kursändring. Banden till företag- och finansintressen klipptes av, förbundets organisation demokratiserades och en ny yrkesetisk kod antogs, där den gamla principen om att ingenjörens första ansvar var till sin arbetsgivare slopades. Initiativ togs även för att ena hela ingenjörs kåren i USA i en förening för ett mer aktivt deltagande i det politiska livet.(41)

Cookes och hans vänners agerande baserades på upprörande erfarenheter av ingenjörs kårens korruption; inom t ex kommunala vatten- och el-

verk hade många ingenjörer hellre tjänat de lokala finansintressena än allmänhetens behov av billig och säker service. Mot detta hävdade Cooke effektivitetens och vetenskapens samhällsansvar.

Till skillnad från de svenska ingenjörernas kritik av juristers och politikernas ineffektivitet och brist på sakkunskap, riktades de amerikanska "rebellernas" kritik främst mot finansintressena och deras företrädare inom ingenjörskåren.

Till än större skillnad mot de svenska kritikerna sökte även vissa amerikanska skapa ett alternativt samhällssystem. Enligt Layton var det Henry L. Gantt, en kollega till Taylor (och i den kapaciteten känd och beundrad även i Sverige) som stod för det nya tänkandet. Kring sig samlade Gantt en organisation av mekaniska ingenjörer, "The New Machine", vars mål var politisk och ekonomisk makt. Man krävde att industrin skulle tas ur händerna på de "latmaskar och slösare" som nu styrde den och överlämnas åt "dem som förstår dess funktionssätt". Men 1919 dog Gantt. "The New Machine" stod utan ledare och fick först senare något inflytande.

Det var vid denna tid, som Veblen, med Laytons ord, blev "besatt av ingenjörer". Han tog kontakt med de rebelliska ingenjörerna och "The New Machine". Men Cooke var misstänksam mot Veblen och mot "The New Machine" som han såg som för radikala. Ännu en grupp bildades vid The New School for Social Research i New York, där Veblen undervisade. Denna grupp, "The Technical Alliance" får ses som en föregångare till 1930-talets teknokratirörelse i USA, men den fick inget inflytande på 1920-talets ingenjörskår.

För Veblens del blev det bestående resultatet av kontakten med ingenjörerna just boken *The Engineers and the Price System*. Paradoxalt nog bör den nog betraktas som "ett monument över Veblens misstolkning av händelserna inom ingenjörsprofessionen".(42) Veblen tolkade ingenjörernas agerande utifrån sin teori om samhället, inte efter vad som faktiskt hände. Bland annat trodde han att de rebelliska ingenjörerna stod direkt i produktionen, medan de i själva verket mest var konsulterande effektivitetsexperten i Taylors anda. Han överdrev också stort deras antal och betydelse.

Veblen flyttade sedermera från New York och publicerade inget mer omfattande om ingenjörerna. Han dog 1929.

Dessa, de tidiga amerikanska ingenjör rebellerna var delvis ganska lika sina samtida svenska kolleger. Med få undantag – som the New Machine – ville de behålla det existerande samhället. De var konservativa och stödde traditionella värden som privategendom, hierarki, individualism och kristen moral. Cookes store idol var den konservativa presidenten och ingenjören Herbert Hoover, som han betecknade som

”ingenjörsmetoden personifierad”.(43)

Den amerikanska radikala rörelsen inom ASME hade sin grogrund i ett missnöje med den egna professionella positionen. Stora delar av den amerikanska ingenjörskåren hade sett sin ställning försämrats omkring sekelskiftet, på ett sätt som inte förekom i Sverige.(44) Antalet ingenjörer växte i USA från 7 000 år 1880 till 136 000 år 1920. I Sverige var ökningen betydligt blygsammare, från ca 3 000 år 1880 till ca 20 000 i början av 1930-talet. De flesta amerikanska ingenjörerna var privatanställda och utsatta för marknadens och spekulationernas svängningar. I Sverige var en betydligt större andel (speciellt av de högutbildade) anställd i statens och kommunernas mer säkra tjänst. Den konsulterande ingenjörens situation förefaller ha varit mer prekär i USA än i Sverige vid motsvarande tid, och ingenjören som oberoende professionell syntes vara på väg att dö ut. Inom företagen dominerade arbetsuppgifter som inte innebar inflytande på företagets policy. De amerikanska ingenjörerna var konstruktörer och forskare i högre utsträckning och produktionsledare i mindre utsträckning än de svenska.

I denna situation var det inte underligt att ett försvar för uppnådda positioner och krav på mer inflytande växte sig starka inom delar av den amerikanska ingenjörskåren. Det var heller inte så anmärkningsvärt att den samtida svenska diskussionen om ”den moderne ingenjören” och om Ingenjörsförbundet innehöll färre radikala krav och mindre kritik av etablerade intressen.

Vi kommer här in på en viktig skillnad mellan den svenska och den amerikanska kritiken. De amerikanska ingenjörerna fördelade beskyllningarna för ”sabotage” av det produktiva och ekonomiska livet jämnt mellan arbete och kapital. Hos de svenska ingenjörerna fanns inte denna kritik mot vinstproduktionen. Här sammanföll kapitalistisk och teknisk rationalitet, medan de hos de amerikanska ingenjörerna, i varje fall under dåvarande förhållanden, antogs stå i viss motsättning till varandra.

Tio år senare uppstod en ny teknokratisk rörelse i USA och då som en reaktion på 30-talskrisen. Den var mer vittomfattande i sina visioner och sin kritik än den tidigare.

”Technocracy Inc.”

I augusti 1932 innehöll ett antal stora New York-tidningar en intervju med en dittills så gott som okänd ingenjör vid namn Howard Scott. Denne redogjorde för de ingående analyser som han och en grupp andra ingenjörer gjort sedan 10 år tillbaka över USAs ekonomiska och sociala organisation och resurser, mätta med energiförbrukningen som viktigaste

måttstock. Scott förklarade att han och hans kamrater velat ta till orda redan innan deras utredningar och planer var klara på grund av USAs och hela världens katastrofala ekonomiska läge. Den ekonomiska krisen var, enligt Scott, av "huvudsakligen teknisk art" och kunde därför endast "lösas enligt rent tekniskt-vetenskapliga linjer av personer med ingenjörens sätt att se och tänka". Det nya ekonomiska och sociala system som Scott och hans rörelse strävade efter kallade de en teknokrati.(45)

Intervjun fick ett närmast sensationsartat gensvar. Publiciteten kring Scott och teknokratirörelsen var omedelbar och omfattande. Debatten spreds till Europa, inklusive Sverige.(46) I USA uppstod relativt snabbt en skepsis mot Scott som person och rörelsen sprängdes i två delar: en mer obemärkt vetenskaplig, och en som under namnet "Technocracy Inc." fortsatte under Scotts ledning.

Rörelsens höjdpunkt nåddes, menar Henry Elsner Jr som ägnat teknokratien en bok, under 1930-talets slut och 40-talets början. Technocracy Inc. hade då sektioner i hela landet, som arbetade efter stränga mallar uppdragna i Scotts högkvarter. Det militära draget underströks: grå bilar, uniformsliknande klädsel och sträng disciplin kännetecknade rörelsen. Verksamheten innebar främst studier och propaganda. För den stora allmänheten förblev rörelsen ganska okänd; den sågs som en av många underliga amerikanska frälsningsläror. Under de första spektakulära åren i början av 1930-talet drog den till sig en hel del ingenjörer, men dessa försvann snart ur medlemsregistren. Det var snarare yrkesarbetare och lägre tjänstemän, typ lärare, som attraherades av budskapet.

Teknokratirörelsens ideologi var radikalare än de ingenjörstankar vi hittills tagit upp. Idéerna hämtades dels från Veblen och hans "Technical Alliance", dels från en engelsk ekonom, Soddy, och dels från egen fatabur. Den bärande tanken var att krisen berodde på prissystemets, dvs profitproduktionens sönderfall. Den moderna teknologin skulle kunna ge välbstånd åt alla och ett samhälle grundat på rationella principer, men denna möjlighet saboterades av finansintressena och av dem beröende och korrupta politiker.

Technocracy Inc. förespråkade ett samhälle byggt på bruksvärdesproduktion, och inte på produktion för vinst och byte på en marknad. Med Scotts ord: "Hur skulle ett samhälle kunna se ut som stod i samklang med modern teknologi? Vad skulle kunna vara möjligt med en nationell – inte politisk utan industriell – plan, där produktionen skedde för konsumtion och inte för försäljning (price)?"(47)

Elsner sammanfattar teknokratiideologin som en variant av "managerialism", besläktad med Burnhams teorier, men med mer anarko-syndikalistiska drag. Den var emot klasskamp och politik och var tänkt att vara en ideologi för Amerika, där enligt Scott, kommunism, fascism osv var

utländska ideologier, föga anpassade till USAs industriella utvecklingsnivå.(48)

Teknokratirörelsen levde kvar in på 60-talet när Elsner skrev sin bok, men då som en obetydlig gruppering. Att rörelsen dog ut får skrivas, enligt Elsner, på dess ideologiska konto: På 1930-talet var det möjligt att predika kapitalismens snart förestående fall och teknokraternas vilja och förmåga att träda in och skapa ett nytt samhälle. Efter andra världskriget och framför allt under efterkrigstidens ekonomiska högkonjunkturer syntes dock detta perspektiv försvinna i ett avlägset fjärran.(49)

Teknokrati i Sverige I: Kvacksalveri och humbug

Till Sverige nådde teknokratidiskussionen i början av 1933. Industritjänstemannaförbundets tidskrift *Industritjänstemannen* presenterade teknokratirörelsen i april 1933. *Teknisk Tidskrift* hade blänkare i frågan och begreppet nämndes i åtskilliga sammanhang i början av året. Teknologföreningens avdelning för Industriell ekonomi och organisation såg sig föranlåten att vid sitt möte i april 1933 ta upp frågan om ”Teknokrati, ett amerikanskt slagord, dess innebörd och syfte”. Inledningsanförandet hölls av Industriförbundets vice verkställande direktör G. Settergren, som uppenbarligen satt sig väl in i ämnet.(50)

Efter en skildring av teknokratins uppkomst och avslöjandet av Scott berörde Settergren de psykologiska orsakerna till teknokratins uppblomstring, beskrev dess lärosatser samt gav en kritik av teknokratitanken.

Man kan i anförandet urskilja en viss förståelse för att det amerikanska folket attraherats av teknokratins idéer. Bakgrunden angavs ligga i den ekonomiska krisen 1929, som liksom ”en världsutplånande pest /gått/ fram över Guds eget land, obarmhärtigt avslöjande från månad till månad tomheten och osanningen i nationalekonomernas förutsägelser, löften och tröstegrunder”. Den ekonomiska krisen hade kommit lika oväntat, menade Settergren, ”för de initierade, för kapitalisterna, för industriedarna, för nationalekonomerna, som för the man in the street”. Alla illusioner krossades. Amerikanerna fann, att ”de levde i en annan oändlig värld, som krävde nya synpunkter, nya tänkesätt, nya värdesättningar”. I detta läge lyckades teknokratins män övertyga såväl allmänhet som finanskretsar om att de ”hade mer eller mindre färdig en plan för en ny social och industriell samhällsbyggnad, avsedd att ersätta kapitalismen”.

Settergren såg Thorstein Veblen som ”teknokratiens icke blott lärofader utan över huvudtaget enda originella intellekt”. Men Veblen hade avlidit 1929 och Scotts och hans kamraters förkunnelse betecknar Setter-

gren som föga originell och rent av som kvacksalveri. Teknokratin var bara ett nytt exempel på den "kvacksalvarvegetation som alltid frodas under tider av oro, ovisshet och panik". I det här fallet var det enligt honom maskinernas intåg, dvs rationaliseringen, som satt igång rädslan för arbetslöshet — en debatt som förvisso icke begränsade sig till USA. Men Settergren hade motargument:

För det första uppmanade han Teknologföreningens medlemmar att *tro på kapitalismen*. All hittillsvarande teknisk utveckling hade kännetecknats av arbetslöshet och störande omläggningar av arbetsfördelningen i samhället. Men detta var inget att oro sig för: "Vårt samhällsskicks utomordentliga elasticitet och anpassningsförmåga har dock övervunnit sådana olägenheter, som vid flera tillfällen nått kriskaraktär", försäkrade Settergren.

I vilket fall som helst var det, för det andra, knappast ingenjörernas sak att leda samhällsutvecklingen. De var för övrigt måttligt intresserade av politiska äventyr. Settergren prisade de svenska ingenjörernas stora respekt för sakkunnighetens betydelse. Hos dem mötte man "den verkliga sakkunskapens adelsmärke, respekt för skillnaden mellan att veta och icke veta, mellan att kunna och icke kunna och den lyckliga, omedelbara konsekvensen härav, en sund motvilja att taga befattning med områden, som ligga utanför den egna kompetensen".

Om det till äventyrs varit någon av de högre teknikerna och industrimännen församlade på mötet som svärmade för teknokratin, framkom det inte i debatten. Den efterföljande diskussionen blev lam.(51) "Hrr Scott et Consortes" avfärdades som "en klar och tydlig humbug", även om det i några inlägg antydde att vissa av deras idéer kunde vara intressanta. Men själva kärnan i teknokratins förkunnelse, kritiken av "pris-systemet" avfärdades för Sveriges del: Här hade "de industriella ekonomiska problemen bearbetats på ett mönstergillt sätt". Teknikernas egen insats, både i utredningskommittéer och som praktiska rationaliserare av näringslivet prisades i debatten, liksom vid andra liknande tillfällen inom Teknologföreningen.(52) Förtroendet för nationalekonomerna — en ny elit som avlöst "juristväldet" som skottavla — var dock lågt, precis som hos de amerikanska teknokraterna.

I denna krets av väletablerade ingenjörer och industrimän föll Settergrens två erinringar rimligtvis i god jord. Tron på kapitalismen fanns där, även om intresset för dess amerikanska version minskat påtagligt. I stället var det på 1930-talet de tyska framstegen inom forskningen och industrins rationalisering som beundrades (liksom i vissa inlägg i *Teknisk Tidskrift* även den tyska nazismens kamp mot kommunismen).(53) Teknokratirörelsens krav på att ingenjörerna skulle ta över makten från affärsmän och kapitalägare fick — helt naturligt — således inte något större

gensvar från Teknologföreningens toppskikt.

Teknokrati i Sverige II: Verklighetssinne mot dunstballonger

En fråga som då kan ställas är hur de svenska teknikerna på låg och mellannivå reagerade inför teknokratis idéer.

I kapitel 11 pekade jag på denna grupps försämrade ekonomiska situation och upplevda hemlöshet i de mer anonyma storbolagen. De ekon från den amerikanska diskussionen jag kunnat finna, förekom i Svenska Industritjänstemannaförbundets tidskrift *Industritjänstemannen*. Teknokratirörelsens idéer presenterades där i april 1933, utan kritik eller avståndstaganden. Hösten 1933 förekom en del inlägg på temat "Tjänstemän och politik", som till dels innehöll teknokratiliknande tankegångar.

I en ledare i septembernumret 1933 diskuterades t ex tjänstemännens politiska hemlöshet som en kommentar till det existerande politiska systemets urartning.⁽⁵⁴⁾ Högerpartiet och socialdemokraterna sågs som de enda partierna av någon samhällelig betydelse. Men högern "stödes och ledes av finans- och arbetsgivarkretsar och dessa är kallsinniga mot tjänstemännen" och socialdemokraterna stod för klasskamp och arbetsmonopol, för en bristande sparsamhet med offentliga medel, samt tolererade "kommunistiska övergrepp".

Tjänstemännen var således politiskt hemlösa; de stod utanför de viktigaste politiska strömningarna och var som grupp politiskt splittrad. Något måste ändå göras i de dåvarande kristiderna. Vad som behövdes, hävdade skribenten, var inte primärt ett byte av regering eller av politisk styresform, utan en helt ny produktionsordning:

"Alla äro övertygade om att det är inom näringslivet som vi har att söka orsakerna till det onda. Vi har måst konstatera att det nuvarande produktionssystemet icke är något system alls utan ett kaos, där den individuella ekonomiska friheten får fritt verka utan hänsyn till samhällets gemensamma bästa och ofta till dess uppenbara skada. Sedan årtal söker man inom alla länder efter en ny väg för den ekonomiska politiken, en nyorientering som kan skapa jämvikt mellan produktion och konsumtion, som kan begränsa överproduktionen och nedriva den mur, som hindrar nöden att få hjälp av överflödet".⁽⁵⁵⁾

Som hos Veblen och teknokraterna var det framför allt "prissystemet" — dvs profitproduktionen och den på den följande klyftan mellan produktionen och dess fördelning som kritiserades. Kapitalismens anarki och vinstbegär gisslades. Som hos teknokraterna var det "produktions-teknikens ohejdade utveckling" som ansågs ligga bakom krisen. Härmed åsyftades den rationalisering av produktion och näringsliv som de högutbildade teknikerna i så hög grad tagit initiativet till och nu försvarade

inför 1930-talets kritiker. Vi ser här en klar skillnad mellan representanter för olika teknikergrupper i samhället.

En annan skillnad låg i förslagen till lösning. De tongivande teknikerna inom Teknologförbundet förkastade kraven på "planhushållning", men också kraven på en mindre snabb rationalisering av näringslivet. De ansåg sig inte heller som grupp ha någon anledning att ingripa i det politiska systemet. Skribenten i *Industritjänstemannen* var mer radikal: Eftersom de existerande politiska partierna inte hade något verksamt "recept mot samhällets rubbade ämnesomsättning", måste teknikerna ta på sig ansvaret: "Politisk split och partikäbbel, slagord och lögnpropaganda måste ersättas med samförstånd och sakkunskap", hette det i ledaren. Här hade tjänstemännen, främst då industritjänstemännen, en uppgift att fylla. Läsekretsen uppmanades till handling: "Det är alltför orimligt att just de kårer som representerar objektiviteten, det tekniska kunnandet och den organisatoriska sakkunskapen inom näringslivet med likgiltighet eller resignation se hur landet går mot ovissa öden."(56)

Någon mer konkret anmodan gavs inte, men i numret därpå inflöt en insändare av signaturen A B, som prisade det föregående inlägget, "ett ord i rättan tid". Tjänstemannaklassen måste nu, menade A B, vakna till insikt om sin plats, sin uppgift och sin *makt*. Det sista medgav han, torde verka överdrivet för den enskilde tjänstemannen vars egna bittra erfarenheter snarare var av osäkerhet och beroende. Men makten fanns där, försäkrade han, inte bara på grund av tjänstemannakårens ständigt ökade numerär, utan främst på grund av dess *strategiska position* i det moderna samhället.(57)

I signaturens argumentation återfinns alla teknokratins komponenter; de sakkunnigas rätt till större inflytande, kunskapen och rationaliteten som höjd över klassmässiga särintressen, de egna kraven såsom uttryck för samhällets bästa: "/Som/ individer må tjänstemännen vara hur ofria, beroende och maktlösa som helst – med sakkunskapens, duglighetens och verklighetssinnets vapen har tjänstemannaklassen rätt, nej en plikt, att göra en aktiv insats, till förmån för sina egna intressen, men också, och främst, till fromma för samhället, vars intressen, denna grupp på grund av sin ställning och sin frihet från krassa klassintressen äger större förutsättning att förfäktat än någon annan."(58)

Industritjänstemännen, och främst då de med tekniskt och organisatoriskt kunnande skulle kunna vara en kärntrupp i den "tredje kraft" man såg växa fram mellan arbetar- och kapitalintressena. De skulle kunna "vädra ut i dagspolitikens skräpkammare", sticka hål på dess "dunstballonger" och släppa in "verklighetssinnet" i alla politiska partier.(59)

Parallellen är uppenbar till de högskoleutbildade ingenjörernas visioner tjuo år tidigare om "den moderne ingenjören" och dennes rationella och

positiva inflytande. Men den "moderne ingenjören" var ett uttryck för vad man då såg som en dynamisk och vital produktionsordning, medan både produktionslivet, politiken och de egna framtidsutsikterna föreföll blockerade för 1930-talets industritjänsteman. Den "moderne ingenjören" stod för en kår på frammarsch. Mellankrigstidens tekniker sökte finna styrka i en splittrad och defensiv situation.

De teknokratiska tankarna fick trots allt ingen grogrund hos de svenska teknikerna. Tjänstemannalistor lades fram vid kommunalvalen på ett par orter, bl a med viss framgång i Karlskoga 1934, där sju av åtta tjänstemän på en av Kommunala Samlingspartiets listor var ingenjörer.(60)

I övrigt inordnade tjänstemännen sig i den existerande partipolitiska strukturen. Den politiska situationen förändrades i och med "kohandeln" mellan socialdemokratin och bondeförbundet. Även den fackliga vägen föreföll framkomlig. Tjänstemännens ställning förbättrades när de 1936 gavs rätt att teckna kollektivavtal och antalet fackligt anslutna ökade starkt. De ekonomiska förhållandena förbättrades även de från mitten av 1930-talet.

Någon svensk teknokratirörelse — eller någon annan liknande politisk missnöjesrörelse bland tjänstemännen — växte således inte fram under 1920- och 30-talets krisår. *Industritjänstemannen* såg det 1941 som "den organiserade och målmedvetna delen av medelklassens" förtjänst att det nu inte föllades "andra fanor än den blågula inom tjänstemännens led". Man erinrade sig situationen kring 1933—34, då "medelklassen och speciellt tjänstemannaklassen var på väg att proletariseras i en utsträckning som kunde ha gjort den till ett lättfångat byte för extrema rörelser eller överhuvud taget för den som kunnat ge vackra löften om ett annat sakers tillstånd. Men tjänstemannaklassen hejdade sig själv vid desperationens brant. I stället för att fåfängt klaga och vänta på en omstörtande befriare, började den själv målmedvetet att arbeta på att lyfta sig själv upp ur svårigheterna."(61)

Svenska Arbetsgivarföreningens direktör Gustaf Söderlund, tecknade även han en uppskattande bild av de svenska teknikernas motståndskraft mot teknokratin och andra omstörtande läror, när han talade vid Svenska Teknologföreningens 75-årsjubileum år 1936.(62) Teknikerna hade, berömde han, trots deras stora samhälleliga betydelse och deras speciella ansvar, inte låtit sig överrumplas av "den överdrivna föreställningen om teknikens och maskinens resurser, som ytliga iakttagare eller fantasifulla hjärnor propagera". För Söderlund var det dock inte tjänstemännens fackliga organisationer som bar ansvaret för denna positiva utveckling, utan de svenska teknikernas moral och tekniska rationalitet:

"Till teknikernas stora heder måste sägas, att de i det väsentliga visat sig oemottagliga för tidens ekonomiska och samhällsorganisatoriska kvacksalveri. Teknokratien var en liten infektion, ingalunda oförklarlig i en tid av så mycken samhällsvidskepelse som vår. Men den varade inte länge och kom ingen större skada åstad. De verkliga teknikerna voro ett alltför sunt släkte . . . Den vetenskapliga metoden, den nyktra prövning som tillhör teknikernas yrke, är dem dock till ett effektivt skydd mot allvarigare misstag. När de äro på väg utanför sitt egentliga område, märka de snart nog att de sakna fast mark under fötterna. Därför vända de som regel tillbaka."(63)

Teknokratitankens död

1920- och 30-talens missnöjda ingenjörer såg framför sig ett idealtillstånd, där ekonomernas och politikernas förvirrade värld ersatts av en tekniskt välordnad och rationell. Visionen var som vi sett endast ibland antikapitalistisk, men den var alltid elitär. I bilden av den förbättrade styresformen var nämligen den stora massan av människor utelämnad: den hade ej sakkunskapen, var ej kapabel att styra den teknisk-ekonomiska utvecklingen. I detta avseende förvaldade mallnkrigsteknokraterna arvet från Francis Bacon och Saint-Simon – och häri sammanföll, paradoxalt nog, deras tankegångar med de samtida anti-tekniska tankarnas, varav Oswald Spengler är den mest välkände.(64)

Vi kan nu sammanfatta det förda resonemanget samt återknyta till den tidigare figuren och fylla i dess rutor.

Figur 12:1. *Varianter av teknokratiskt tänkande*

SYFTE INNEHÅLL	Förändring inom systemet	Förändring av systemet
Teknisk sakkunskap = vem som beslutar	"Moderne ingenjören"	"New Machine"
Rationella procedurer = hur det beslutas	"Formen" vs "saken"	"Technocracy Inc."

Det uttalade teknokratiska tänkandet försvann från den svenska scenen under kriget och efterkrigstidens högkonjunktur. I vissa sammanhang kunde det dock dyka upp igen; så angreps i mitten av 1950-talet den svenska partipolitiken med en våldsam salva i *Civilingenjörsförbundets tidskrift*. Demokratin angavs ha gjort bankrutt och ersatts med ett kor-

porativt samhälle: "Gruppintressen, låt vara med formell majoritet, topp-rider nationen genom kontroll av samhällsorganen . . . Huvudgrupperna på vardera sidan av den väsentligaste politiska skiljelinjen sammanhålls ej längre av åsiktsgemenskap utan av ha-mentalitetens pockande krav. Och väljarskarorna lockas i tonarter som appellerar till deras egoistiska önsketänkande."(65)

Gentemot denna "mentala korruption" och "gruppdiktatur" krävde skribenten en fackmannaregering. En sakkunnig ledning av den alltmer komplicerade samhällsapparaten krävdes — "sakkunnigt folk med kunskap, bildning, erfarenhet och ansvarskänsla". Här ställde teknikens dominans i "vårt materiella välfärdsrike" särskilt stora krav på ingenjörerna.(66) Skribenten torde ha haft visst gehör inom Civilingenjörsförbundet. Vid dess fullmäktigemöte i april året därpå angreps t ex "tendensen att valtaktiska synpunkter syntes ha större betydelse för politikerna än de verkliga sakskälen".(67)

Någon ny teknokratidiskussion blev det dock inte. Från slutet av 1950-talet diskuterades i stället av och till klyftan mellan "de två kulturerna" — inte oväntat ansåg då teknikerna att humanister och framför allt politiker behövde en bättre teknisk-naturvetenskaplig bildning. Men diskussionen hölls inom välputsade och opolitiska ramar. I andra sammanhang oroades teknikerna av att den snabba tekniska utvecklingen inte motsvarades av någon större "moralisk mognad" hos "välfärdssamhällets" människor.(68)

Från utopi till verklighet?

Begreppet "teknokrati" framstod för en del av 1930-talets missnöjda ingenjörer som en positiv vision av ett rationellare samhälle än det existerande korrupta och krisbemängda. Det används idag som en beskrivning av en redan existerande, i stort sett negativ samhälls- eller statsstruktur. Vi påstås idag leva i ett elitärt, anti-demokratiskt och centraliserat samhälle där experterna styr. Enligt en del samhällsvetare har detta system uppstått på grund av teknologins allt omvandlande kraft (Ellul, Winner). Enligt andra beror det på att finanskapital och privategendom förlorat i politisk betydelse och att det nu är kunskap och expertis som avgör samhällsutvecklingen (Bell, Touraine, Meynaud m fl).(69)

Av vad som skrivits tidigare i denna bok torde framgå att jag inte ansluter mig till dessa teorier. Jag tänker dock inte diskutera dem här, eftersom jag inte primärt ser dem som uttryck för ingenjörers och tek-

nikers utan för samhällsvetares samhällsförståelse. Några ord skall dock sägas om denna nya teknokratidiskussion.

En första skillnad mellan dagens och mellankrigstidens diskussion har redan antytts. Det är idag inte teknikerna som är initiativtagare till debatten utan samhällsvetare och politiker.(70) Härav följer den andra också redan antydda skillnaden: Från att ha varit en utopi för de samhällskritiska ingenjörerna om ett rationellare samhälle, förmedlar begreppet idag en negativ inställning till det alltför rationella centralistiska och högteknologiska samhället. Hur reagerar då teknikerna på de anklagelser som härmed, direkt eller indirekt, riktas mot dem?

Vi kan från mitten och slutet av 1960-talet i exempelvis *Teknisk Tidskrift*, *Ny teknik* m fl finna en mer kritisk inställning till tekniken och till teknikerrollen än tidigare. De första ansatserna kom fram under diskussionen om de två kulturena, men än mer i samband med arbetarnas kritik mot farliga och stressiga arbetsmiljöer. Striden om ett svenskt kärnvapen, kriget i Vietnam, diskussionen om tredje världens utvecklingsproblem, "studentrevoltens" attacker på utbildningssystemet och den etablerade vetenskapen gav ekon även bland teknologer och färdiga ingenjörer. Ur detta uppstod en – försiktig – debatt om ingenjörsetik vid 1960-talets slut och 1970-talets början.(71)

Etik och teknik

Under hela perioden fram till dess, genom 1950- och 1960-talets ekonomiska rekordår, hade teknikernas "ansvar" framställts som något ganska oproblematiskt. Ingenjörer och tekniker antogs, i egenskap av skapare av den moderna tekniken, ha en speciell kunskap om och förmåga att se dess möjligheter för samhällets bästa. De hade därför ett ansvar för att tekniken användes på rationellast möjliga sätt. Andra grupper i samhället – jurister, yrkespolitiker, nationalekonomer, byråkrater i allmänhet – har i olika omgångar av teknikerna beskyllts för att misshushålla med de resurser tekniken ställt till deras förfogande. Dessa gruppers bristfälliga tekniska kunskaper, deras skråintressen eller lidelsefulla, irrationella arbetssätt ansågs ha legat bakom problemen.

Teknikerna däremot sågs som de universella och objektiva uttolkarna av naturens, teknikens och samhällets lagar. Deras ansvar formulerades som både en rättighet och en skyldighet att inta samhällets inflytelserika poster. I vissa lägen har det gått längre än så; ansvaret har inneburit en skyldighet att förändra de politiska spelreglerna eller delar av ett irrationellt produktionssystem. I ytterligare några fall – speciellt under efterkrigstiden – har man kunnat se en tredje tolkning: ingenjörens ansvar

skulle framför allt vara att ta initiativ till en ny moral för att motverka den krassa materialistiska egoism som den snabba tekniska utvecklingen och konsumtionshöjningen medfört . . .

Dessa olika uppfattningar byggde på en syn på teknikutvecklingen som något automatiskt och i stort sett välsignelsebringande för samhälle och mänsklighet. Men 1960- och 70-talens politiska och ekonomiska utveckling har delvis luckrat upp denna positiva syn på tekniken. Den ses inte längre som något i sig gott eller neutralt. Ingenjören har därmed ett ansvar för vilken teknik som utvecklas, vem som tjänar och vem som förlorar på den. Hans lojalitet mot arbetsgivarna får, enligt detta nya synsätt, inte hindra honom att slå larm om farliga, dyra eller onödiga produkter och proecesser. Det kan tilläggas, att i de fåtal etikdiskussioner som tidigare förts inom ingenjörs kåren, har detta "larmsläende" perspektiv helt saknats.(72)

Den moderne ingenjören i post-industriell version?

Det nya ingenjörsideal som tonar fram vid sidan av det gamla i de tekniska facktidskrifterna på 1970-talet — och delvis som ett svar på teknikkritiken — gäller således ingen okritisk och snäv "fackidiot".(73) Han är en person som har kunskaper i biologi, cybernetik och samhällskunskap, och som tar hänsyn till både människa och miljö i sitt arbete. Han känner sig mer hemma i tvärvetenskapliga projekt med grupparbete och gruppansvar än i företagets traditionella hierarkiska och militära lyd-nadsstrukturer. Hans uppdragsgivare kan vara fackföreningar och folk-rörelser, liksom miljögrupper. Han kan t o m vara en hon.

Sekelskiftets "moderne ingenjör" var ett uttryck för det framväxande industrisamhällets tro på vetenskapens och teknikens fömuft. Mellan-krigstidens teknokratirörelse förmedlade något av den vilsenhet som tidigare gynnade tjänstemannagrupper kände inför social deklassering och hotande arbetslöshet. Dagens moderna ingenjörsideal uttrycker snarare industrisamhällets nedgång och problem, dess kriser, irrationalitet, svår-överskådlighet och sårbarhet. Samtidigt återspeglar det nya krav på den etablerade "organization man" inom stat och storföretag, där förhand-lingar och kontakter med skilda personal- och kundkategorier nu ofta spelar en större roll för arbetets framgång än de "rent" tekniska aspek-terna.(74)

Det är ett ofrånkomligt faktum att dagens ingenjörer är mer eller mindre underordnade kuggar i statens och de stora företagens organi-sationsmaskinerier. Men än lever drömmen om framtida arbetsmöjligh-eter och samhälleligt inflytande orsakat av den snabba tekniska ut-

vecklingen. Under rubriken "Ingenjören framtidens makthavare?" diskuterades 1974 i *Ny Teknik* Herman Kahns och Daniel Bells teorier om det "post-industriella samhället" och ingenjörernas plats däri. Låt oss avsluta med några tankar från denna artikel, byggd på intervjuer med svenska ingenjörer och företagsledare.

Ett antal bedömare citeras där, som angavs vara ense om att teknikerbehovet skulle komma att öka i framtiden. Teknikerna skulle tränga in på administrativa och kommersiella poster på företagen. De skulle få allt fler funktioner i samhället i stort; teknik för kollektiva behov, informationsbehandling, miljöteknik, havsresursteknik, humanisering av databehandling, nämndes som framtida, viktiga teknikerområden.(75)

Just datorns enorma betydelse antogs innebära en ökad makt för ingenjörerna: "Det är tydligt att det är teknikerna som skall besitta världen", kommenterade en civilingenjör från Ingenjörsvetenskapsakademien Daniel Bells teser. Och, i för oss vid det här laget välbekanta tongångar, sammanfattade han den framtida situationen för ingenjörer och tekniker: "Behovet av teknikvärdering och tekniska prognoser kommer att göra teknikerna till den ledande klassen. De får möjligheter att hålla sig framför i utvecklingen även politiskt genom sina kunskaper. Det betyder att teknikerna kommer att få mycket större plats i kommuner, fackföreningar, organisationer, statliga verk och myndigheter."(76)

Denna framtidsvy behöver dock inte nödvändigtvis ses som varken den mest angelägna eller den mest rimliga — inte ens av ingenjörerna själva. Vid sidan om den skisseras en annan version av ett framtida, post-industriellt samhälle, byggd på en annan typ av tillväxt och sociala maktförhållanden. *Ny Teknik* nämner också detta alternativ, som baseras på resurssnål teknik, kulturell utveckling, ökad social jämlikhet och solidaritet med u-länderna som riktlinjer för teknikernas arbete.(77) Även i denna vision ser sig ingenjörer och tekniker få centrala uppgifter. Men här underordnas den tekniska sakkunskapen och den tekniska rationaliteten andra mål och ett annat sätt att tänka. Teknokratin i dess traditionella version har därmed förlorat sin funktion som positiv utopi — kanske också för ingenjörerna och teknikerna själva?

Summary

The World of Technique – Technical Change and Technical Labour in Swedish Industry

Since the end of the 19th century large numbers of engineers and technicians have appeared in Swedish society. This book is about the kind of work they perform and its economic and social significance.

In the first part of the book the focus is on the general forces behind technical change and on its social consequences; in the second part the analysis centers on the character of technical labour in the specific Swedish context. Throughout the book, the "world of technique" is situated in the particular historical context of industrial capitalism.

Chapter One introduces a discussion of the main causes and effects of technical change and of the changing character of technical labour in a long historical perspective. The macro-sociology of industrial and post-industrial society and Schumpeterian and neo-classical economics are briefly presented and criticized. Technology plays a central role in these theories, but their usefulness for an analysis of technical change is questioned. Three main reasons are given: first, the vague and abstract view of both the contents and the effects of technical change; second, the largely unexplored origins of technical change; third, the missing or unsatisfactory treatment of the character of technical labour and its development.

In Chapters Two to Four the same questions are put to historical materialism with, as I contend, a more satisfactory result. In *Chapter Two* Marx' and Engels' early theory of history is surveyed. I discuss the main concepts of productive forces, relations of production and mode of production. The dynamic relationships between the forces and relations of production are outlined in a theory of correspondence and contradiction. Marx' early discussions are here seen as a kind of "research project" which points to important aspects but also has important weaknesses. As in the theories discussed in Chapter One, the causes of techni-

cal change are left unexplored. Moreover, the notions of correspondence and contradiction remain empirically vague and, finally, the relationship between the class struggle and the development of the productive forces is enigmatic, especially when it comes to the breakdown of an old social order and creation of a new. Marx' general perspective is, however, considered fruitful. In Chapters Three and Four it is shown how both Marx himself in his mature works and later marxists building on his ideas have overcome many of the above-mentioned weaknesses.

In *Chapter Three* I take up Marx' more substantial analysis of the development of the labour process (as he now calls the productive forces) under capitalism. I discuss the role of capitalist competition and of the need for surplus value production and the control of labour for different forms of technical change. This — theoretical — discussion is substantiated by a systematic analysis of the macro and micro effects of product and process innovations under capitalism.

Chapter Four returns to Marx' original "research project". I discuss four different ways of conceptualising the relationships of correspondence or contradiction between the forces and relations of production in mature capitalist societies. The four traditions emphasize different aspects of Marx' *oeuvre* and reach surprisingly different conclusions. Two of the traditions discussed point to the promise of a radically new social order based on the productive forces developed by capitalism but increasingly "fettered" under present relations of production. One emphasizes the possibility of a more humane leisure time through increased labour productivity; the other points to the reunification of mental and manual labour in the "scientific-technical revolution". Of the two other traditions, one stresses the recurrent crises in capitalist economies due to the rise in the organic composition of capital because of technical change. This can be seen as a cyclical theory where contradiction and correspondence alternate. The last tradition points to the increasing alienation and division of labour caused by the capitalist type of development of the productive forces. This last tradition emphasizes the correspondence aspect and finds no contradiction or alternative inherent in the productive forces so far developed in capitalist society.

In *Chapter Five* I commence the discussion of technical labour. In this and the following chapter the intellectual roots of new technology are investigated. In *Chapter Five*, I distinguish between three main methods of finding and developing new technique. One is the traditional method based on intuition and cut-and-try techniques. The second relies on systematic experimental work and the use of scale models, and the third uses and develops general theoretical models and scientific laws. I maintain in this chapter that there exists a specific engineering

approach which is used in the absence of reliable scientific knowledge but which is more abstract and systematic than traditional trial-and-error procedures. The use and development of the engineering approach is seen as a consequence of the social context of engineering work, i.e. the production of use values *and* of exchange values for a capitalist market.

In *Chapter Six* the categories developed in Chapter Five are employed in a discussion of the socially most important innovations of both the "Industrial Revolution" and the "Second Industrial Revolution" at the end of the 19th century. The sources of technical change have changed from the daily experience of the immediate producer to a specialized activity, far from production itself. Its character is no longer mainly concrete, practical knowledge but increasingly abstract forms of "book" knowledge. In this process, the Industrial Revolution, among other things, gave rise to the practical engineer, and the Second Industrial Revolution necessitated the theoretically educated and specialised engineer of the 20th century, working in a completely different social setting than his predecessor.

From Chapter Seven and onwards the focus is on the Swedish situation. *Chapter Seven* outlines the historical development of technical work in Sweden, from its pre-capitalist origin as a mainly military, cartographic and mining speciality to its 19th and 20th century identification with capitalist industrial development. In Sweden, this has meant a concentration of technical work and expertise in the traditional industries based on metal and forest; mechanical and electrical engineering companies, pulp and paper industries. Today, about one tenth of the active Swedish population is employed in some kind of technical work, mainly in the private sector. The chapter gives detailed information on the kind of technical work done, and its location in the social division of labour.

Chapters Eight and Nine concentrate on construction and design work, the *differentia speciae* of engineering work, as it is sometimes put. In *Chapter Eight* I investigate the role of design in relation to changes in the role of manual labour. Four main phases of capitalist development are recognized. (1) A semi-mechanized phase with a considerable amount of hand labour; (2) a mechanized phase; (3) a phase characterized by intensified and systematic rationalisation of manual work; (4) an integration phase, with increasing automation of manual labour and a more thorough integration of design work into the general strategies of the firm. The development from one phase to another is characterized by an increasing division of labour between manual and mental work, as well as an extended and more detailed control of manual work from the planning and design departments of the firm.

In *Chapter Nine* the type of work done in the design office is itself analysed. The discussion focuses on the way capitalist cost-cutting and rationalisation have entered also this type of intellectual labour. I discuss the specialisation process and the hierarchical division of labour between different types of personnell, but also the introduction of work measurement and the social and intellectual consequences of an increased computerization of design work.

Chapter Ten traces the origins of a new kind of engineering activity, i.e. scientific rationalisation and management, during the first decades of this century. "Taylorism" was introduced to Sweden in order to increase labour intensity and control of the work force. Its introduction can be seen as the outcome both of an intensified contradiction between labour and capital, and of the professional ambitions of a rising group of engineers and technicians.

Chapters Eleven and Twelve continue the discussion of the professional and political role of technical labour. I maintain in these chapters that any social analysis of engineers and technicians must take at least three factors into consideration. First, the in many ways contradictory locations of technical work in capitalist society. Second, the actual and potential social mobility between these locations, and third, the subjective interpretations given to this situation by the engineers themselves. The previous chapters have mainly discussed the first two aspects; in Chapters Eleven and Twelve I concentrate on the third.

In *Chapter Eleven* I discuss the question of how engineers and technicians have looked upon their work and its social importance. I trace the changing professional and trade union conceptions expressed during the 19th and 20th century by Swedish engineers to changes in the relationship between Science (manifested in the State) and Industri and between Labour and Capital.

In the final chapter, *Chapter Twelve*, I look at the engineers' behaviour in the world of politics. In the first part of the chapter the a-political stance taken by most technicians is related to their concrete, daily work experience and to their contradictory class position. I then discuss the various forms of technocratic ambitions expressed in Sweden and the United States during this century, and relate them to the economic and social problems encountered by engineers in different social positions. The chapter ends with a discussion of the role of technocratic tendencies in a future, or already existing, post-industrial capitalism.

Appendix

Jag skall här ta upp hur jag har använt statistik och övrigt material samt säga något om de problem som finns hos materialet.

Det bör noteras att jag i avhandlingen inte tar upp material från tiden efter 1975.

1. Statistik

1.1 FoB 75

Den folkräkning jag framför allt använder i kapitel 7 är Folk- och bostadsräkningen 1975 eller FoB 75. Jag har slagit samman dess grupper 00 (Tekniskt arbete), 01 (Kemiskt och fysikaliskt arbete) samt 097 (Systemmän, programmerare). Tillsammans bildar de gruppen "tekniskt arbete" i min figur 7:2.

Denna grupp är sedan uppdelad i "Tekniker" (001–007, 011, 013, 097) samt "Tekniska biträden" (008, 009, 014, 019), som i sin tur uppdelas i Ingenjör- och teknikerarbete (i snäv bemärkelse) (001–007), Kemiskt och fysikaliskt arbete (011, 013) Systemmän, Programmerare (097), Tekniska biträden (008), Laboranter, lab.biträden (014) samt ej spec. uppgift (009, 019).

Denna uppdelning användes även av Information i prognosfrågor 1978 varifrån uppgifterna som hör till not 45 i kapitel 7 är hämtade. Dock är att märka att man där *inte* inkluderar systemmän och programmerare.

1.2 Industristatistiken

Det som här kallas "Teknisk personal" i tabell 7:3 består av teknisk driftspersonal, arbetsledare och vissa är även s k övrig chefspersonal. Först 1950 görs en uppdelning i tekniker och arbetsbefäl. I en artikel i Kommersiella Meddelanden (Nyvander 1952) redovisas situationen 1939 för dessa grupper separat, varför även det året ingår i Tabell 7:1.

Industristatistiken baserar sig på uppgifter som inlämnats från företagen. Många felkällor finns i materialet (Torstendahl 1975a, s 18ff). Klassificeringsprinciperna torde på grund av oklara instruktioner till företagen variera mellan företag inom samma bransch, mellan branscherna samt över tid. Det är dessutom oklart huruvida högre teknisk personal är inkluderad i gruppen "teknisk driftspersonal". Således är det möjligt att senare uppgifter inkluderar personal som tidigare inte tagits med och ökningen av den tekniska personalen kan därför vara något mindre än vad som redovisas i tabellerna 7:1 och 7:3.

Jag har därför använt industristatistiken sparsamt och endast för att visa på grova tendenser och skillnader mellan branscher.

1.3 Lönestatistiken

Jag har använt SAF/SIF/SALF/HTFs Lönestatistik för tjänstemän för åren 1955–1974. Den täcker de företag som är anslutna till Svenska Arbetsgivareföreningen, SAF. Statistiken började användas 1955. Det finns ofullständiga, opublicerade uppgifter från 1939–54 som jag refererat till i förbigående i kapitel 9. År 1975 lades indelningsgrunderna om ganska radikalt varför jag gör halt 1974. Siffrorna från 1955 bör tas med viss försiktighet. Jag har bedömt de omläggningar som gjorts av statistiken under 1950- och 60-talen som mindre väsentliga för mina, grova ändamål.

Statistiken baseras på den Befattningsnomenklatur för tjänstemän som utarbetats av parterna. Denna bygger på arbetets funktion samt dess svårighetsgrad och är systematiserad efter:

- befattningsområde (t ex konstruktions- och formgivningsarbete, som har siffran 3)
- befattningsfamilj (som är nästa indelning och som inom exempelvis grupp 3 differentierar mellan t ex 310 "konstruktion utom anläggningskonstruktion" och 320 "anläggningskonstruktion")
- befattningsskikt (som är den fjärde siffran i koden och som anger var i hierarkin ett arbete finns. Inom varje befattningsfamilj löper den från 2 (högst) till 8 (lägst)
- i regel dock bara till 6 eller 7. Siffran 8 finns bara för "tekniska biträden" samt "laboratoriebiträden" för de personalgrupper vi är intresserade av.)
- Tillsammans bildar de fyra siffrorna en befattningstyp; t ex 3104 "Förste Konstruktör".

Jag har tagit upp fyra av statistikens befattningsområden: 1 (Produktionsledande arbete), 2 (Forsknings-, experiment- och utvecklingsarbete), 3 (Konstruktions- och formgivningsarbete) samt 4 (Övrigt tekniskt arbete). Grupp 2 har jag indelat i Beräknings- samt Laboratoriearbete och grupp 4 i Rationalisering Planering, Kontroll samt Service-, instruktions-, patent- och skyddsarbete. Jag har då fått fram de 8 kategorier som uppträder i figur 7:4 samt tabell 7:4.

Jag har tagit bort befattningsfamilj 120 "Arbetsledning allmän", som i huvudsak består av verkmästare och förmän samt 160 och 170 som gäller arbetsledning i skogsbruk respektive jordbruk. Familjen 330 Arkitektarbete är också utesluten samt befattningstypen 4807 Portvakt.

Det finns vissa begränsningar i denna statistik, som kan sammanfattas i fem punkter (se SOU 1971:62).

- (1) Den redovisar endast uppgifter för befattningar som är föremål för förhandlingar mellan arbetsmarknadens parter. Detta innebär att främst personer i högre befattningar saknas. De kan dock antas utgöra ett litet antal.
- (2) Bortfallet av företag som ej redovisat till SAF varierar med från 4 till 10 % 1961–70. Det är olika företag olika år.
- (3) Tidsserier försvåras genom att företag går in och ut ur SAF. T ex kom ett stort tillskott personer 1966 då Handelsn arbetsgivarorganisation gick in i SAF. Detta torde dock haft marginella effekter på antalet i tekniskt arbete.
- (4) Utbildningsuppgifterna är ofta ofullständiga.
- (5) Fr o m 1969 används en ny utbildningskod där fackskoleingenjörer särredovisas, efter det att de tidigare redovisats ihop med institutsingenjörerna. I min figur 7:5 slår jag dock samman dessa grupper.

1.4 Utbildningsstatistik

I figur 7:1 presenteras den årliga utexamineringen av ingenjörer och tekniker av olika slag 1895–1975. Då det inte finns genomgående tidsserier publicerade har jag pusslat ihop denna bild från ett flertal olika källor och med ett delvis betydande mått av skattning. Skattningen gäller främst institutsingenjörerna och då framför allt tiden 1936–1950. Källorna är:

Högskoleingenjörer: Härmed avses även Chalmers Högre Avdelning sedan 1895 trots att skolan icke fick högskolestatus förrän på 1930-talet. *Källor:* 1895–1939 E. Olsson, Bihang 3 till SOU 1943:35, Tabellbilaga IIIa; 1940–49 skattning efter inskrivningssiffror och femårssiffror på utexaminerade från SOS Högre studier 1956/57, tabell 2; 1950–75 Statistisk Årsbok 1959 och framåt.

Elementarskole- och Läroverksingenjörer: Härmed avses fram till 1918 Tekniska elementarskolor, som då enligt riksdagsbeslut omdöptes till Tekniska läroverk samt indelades i gymnasier och fackskolor. Båda dessa inkluderas här. 1960 års gymnasieutredning ledde till införandet av den fyraåriga tekniska linjen i det nya gymnasiet. *Källor:* 1895–39 Olsson Tabellbilaga IIb; 1940–54 SOU 1955:21 Tabell 17 och 18; 1955–64 Skattning från Information i prognosfrågor 1979:2 tabell 3 (skattat antal fackskoleingenjörer); 1965–75 Inf. i prognosfrågor 1979:2 tab 3.

Institutsingenjörer: Härmed avses 1895–1936 Chalmers Lägre Avdelning, Tekniska skolan i Stockholm samt Bergsskolan i Filipstad (enligt Olsson, tabellbilaga IIc). 1936–39 samma skolor samt uppgifter från vissa kommunala tekniska skolor samt skattningar från privata institut i Stockholm och Göteborg. *Källor:* SOU 1955:21 tabell 19, 22, 25; 1940–53 samma källor utom Olsson; 1954–64 "Institutsingenjörsutbildning" enligt Inf. i prognosfrågor 1979:2 tabell 3; 1965–75 samma grupp samt 2-årig teknisk linje, Inf. i prognosfrågor 1979:2 tabell 3.

1.5 Social bakgrund

Det finns ett fåtal studier med begränsad användbarhet. Den sociala bakgrunden för *Tekniska högskoleelever* har redovisats:

1909: Teknisk tidskrift 29/5 1909 (baserad på 309 elever av 392)

1930: S Wicksell–T Larsson, Studenternas sociala och ekonomiska förhållande SOU 1936:34, tabell 194 (Chalmers och KTH redovisat separat)

1930 1937, 1943: S Moberg–C-E Qensel, Studenternas sociala ursprung m m SOU 1949:48, tabell 66 (Chalmers och KTH tillsammans)

1956/57 SOS Högre studier, tabell 6 (män)

1962/63 och framåt: PM från SCB 1976:5, tabell 7.

För *Tekniska elementarskolor/läroverk* finns uppgifter i

1909: samma som ovan (TT 29/5 1909)

1920. 30, 40, 49: S Moberg, Vem blev student och vad blev studenten?, Tabell 12.

1957, 62, 67: Information i prognosfrågor 1979:1 tabell 3.1.

2. Kvalitativ material

Avhandlingens kvalitativa påståenden (framför allt i kapitlen 8–12) baseras på en systematisk och som jag tror, ganska heltäckande genomgång av tidskrifter, rapporter, protokoll osv från 1870-talet och framåt. Jag har även gått igenom valda delar av Svenska Teknologföreningens arkiv (Riksarkivet), samt förarbetena till statliga utredningar med teknisk relevans under 1900-talet. Vidare har jag systematiskt studerat yrkesvalslitteratur, företagsmonografier, branschutredningar m m.

Jag har i diskussionen bemödat mig om att dra fram det som jag sett som typiskt eller representativt för idéer och uppfattningar inom ingenjörskåren eller för de tekniskt arbetandes faktiska arbetssituation. Undantag från denna regel meddelas i texten.

Kapitel 1

1. R L Heilbroner "Do Machines Make History?" i M Kranzberg & W H Davenport (eds) *Technology and Culture. An anthology*, New York 1972, s 28-40.

2. G Therborn *Science, Class and Society* Göteborg 1974.

3. Diskussionen om "industrisamhällets" sociologer bygger på K Kumar *Prophecy and Progress*, Harmondsworth 1978, kap 1-5; R Mishra "Technology and Social Structure in Marx's Theory: An Exploratory Analysis" *Science and Society* vol XLII nr 2 s 132-157; R Nisbet *The Sociological Tradition* London 1977; P Abrams "The Sense of the Past and the Origins of Sociology" *Past and Present* 55 (1972) s 19-32.

4. A Comte *Fjärde essän* 1825, citerad i L Mumford *Tekniken och samhällsutvecklingen* Stockholm 1949 s 187.

5. Se t ex D Bell *The Coming of Post-Industrial Society* New York 1973; A Touraine *The Post-Industrial Society* London 1971. För kritik se Kumar a a s 185 ff; A Giddens *The Class Structure of the Advanced Societies* London 1973 s 255ff; S M Miller "Notes of Neo-capitalism" *Theory and Society* nr 1/1975 s 1-35.

6. A Smith *Wealth of Nations* s 8, citerad i C Freeman "Economics of Research and Development" i I Spiegel-Rösing & E de Solla Price (ed) *Science, Technology and Society* London 1977 s 237.

7. K Marx *Kapitalet* Första boken Uddevalla 1969 s 303.

8. Se t ex ibid s 461 n 5: "Det var naturligtvis mycket bekvämare och motsvarade bättre intressena hos de härskande klasserna, vilka Malthus på äkta prästmaner fjäskade för, att förklara denna 'överbefolkning' utifrån naturens eviga lagar än att söka förklaringen i de historiska naturlagarna för den kapitalistiska produktionen."

9. F Engels *Outline of a Critique of Political Economy* (1844) i W O Henderson (ed) *Engels: Selected Writings* Harmondsworth 1967 s 173.

10. Begreppet "bärare" av ny teknologi sammanfaller här med K Reittsus definition: "The 'bearer of technology' . . . is one who has knowledge of the methods of technology and who has the power to apply it. This means that who the bearer of technology is, will be determined by the social conditions which determine access to laboratories and the technological education. The term also has political implications concerning the power to apply technology to the productive process, and hence, it involves economic decision-making and managerial prerogatives." K Reitsuu "The Bearers of Science and Technology Have Changed" *Modern China* vol 5 nr 2 (1979) s 187 f.

11. Framställningen bygger på Freeman (1977) a a s 242-244; C Kennedy & A P Thirlwall "Surveys in Applied Economics: Technical Progress" *The Economic Journal* (1972) s 11-72; R Nelson & S C Winter "Neo-

classical vs. Evolutionary Theories of Economic Growth: Critique and Prospects" *The Economic Journal* (1974) s 886-905.

12. Den mest kände är E F Denison *The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us* New York 1962.

13. SOU 1977:64 s 105. Se även F Block & L Hirschhorn "New Productive Forces and the Contradiction of Contemporary Capitalism: A Post-Industrial Perspective" *Theory and Society* 7 (1979) s 363-395, som försöker bygga en marxistisk analys på Denisons data. För en kritik se B Berner "Human Capital", Manpower Planning and Economic Theory: Some Critical Remarks" *Acta sociologica* 3 (1974) s 236-255.

14. Kritiken sammanfattas i Freeman (1977) a a s 244. Se även N Rosenberg *Perspectives on Technology* Cambridge 1976 kap 4; J Schmookler *Inventions and Economic Growth* Cambridge 1966 kap 2.

15. *Technical Change and Economic Policy* OECD, Paris 1980 s 65.

16. Nordhaus & Tobin "Is Growth Obsolete?" 1972, citerad i Nelson & Winter a a s 889.

17. J Schumpeter *Business Cycles* New York och London 1939.

18. Exempel på detta nya intresse för Schumpeters m fl teorier om långa vågor är E Mandel *Senkapitalismen* del 1 Kristianstad 1974; G Mensch *Stalemate in Technology* Cambridge 1979; C Freeman "The Determinants of Innovation" *Futures* June 1979 s 206-215; G Ray "Innovations in the Long Cycle" *Lloyds Bank Review* (1980) s 14-20. Se även kap 3 nedan.

19. Kritiken av Schumpeter finns framförd i C Freeman (1979) a a s 22; Mandel a a s 130; Rosenberg a a kap 4 samt 166ff; W Rostow "Kondratieff, Schumpeter and Kuznets: Trend Periods Revisited" *Journal of Economic History* November 1972 s 721.

20. Freeman (1977) a a s 243.

21. Även hos Galbraith anges sociala bärare av en ny teknik på ett sätt som liknar Schumpeters analys. Här är det "teknostrukturen" som spelar en

avgörande roll. Hos Galbraith har dock dynamiken institutionaliserats och rutinerats på ett sätt som "trollat bort" stagnationsperioderna. Se Galbraith *Den nya industristaten* Stockholm 1969. Galbraith tas upp igen i kap 4.

Kapitel 2

1. M Dahlkvist *Att studera Kapital* Köthen 1978 s 30ff samt 459ff.

2. K Marx *Till kritiken av den politiska ekonomin* Stockholm 1970 s 9.

3. Ibid.

4. Ibid.

5. Nedanstående resonemang byggs på Dahlkvist (1978) "Avslutning" samt på R Enfield "Marx and Historical Laws" *History and Theory* vol XV (1976) s 269-277.

6. *Till kritiken* . . .

7. K Marx & F Engels *Den tyska ideologin* i S-E Liedman (red) *Människans frigörelse* Stockholm 1965 s 131.

8. K Marx *Teser om Feuerbach* i Liedman a a s 120.

9. Se Marx' brev till Annenkov 28/12 1846 apropå de begränsningar som de givna produktivkrafterna sätter för varje ny generation: "It is superfluous to add that men are not free to choose their *productive forces* — which are the basis of all their history — for every productive force is an acquired force, the product of former activity . . . Because of the simple fact that every succeeding generation finds itself in the possession of the productive forces acquired by the previous generation . . . a coherence arises in human history, a history of humanity takes shape which is all the more a history of humanity as the productive forces of man and therefore his social relations have been more developed." *Karl Marx and Friedrich Engels. Selected Correspondence* London 1956 s 40f. Se även *Den tyska ideologin* s 148 och 150.

10. G A Cohen *Karl Marx's Theory of History. A Defense* Princeton 1978; Dahlkvist (1978); Therborn a a.

11. Cohen a a kap II.

12. Therborn a a s 274ff; J-P Le-

febre "Les deux sens de 'forces productives' chez Marx" *La Pensée* nr 207 (1979) s 122-134.

13. Dahlkvist (1978) s 586.

14. *Kapitalet I* s 159.

15. *Ibid* s 155.

16. *Ibid*.

17. Cohen a a s 41f samt 147f.

18. *Den tyska ideologin* s 176.

19. Dahlkvist (1978) s 477f.

20. Cohen a a s 55. Nedanstående citat från K Marx *Grunddragen i kritiken av den politiska ekonomin* Halmstad 1971 s 205.

21. Dahlkvist (1978) s 568.

22. K Marx & F Engels *Ekonomiska skrifter* Köthen 1975 s 518f.

23. Enligt Cohen a a s 63 ff.

24. M Dahlkvist *Staten, socialdemokratn och socialismen* Lund 1975 s 51 f.

25. Cohen a a s 111ff.

26. Min uppfattning liknar den hos C Palloix *Travail & Production* Paris 1978 s 55 samt 64f.

27. *Den tyska ideologin* s 135. Marx och Engels tycks hävda i sina tidigare skrifter att den materiella aspekten bestämmer över den organisatoriska. Följande analys av "destruktivkrafternas" utveckling är välbekant: "Då man uppfann ett nytt krigsredskap, handeldvapnet, ändrades med nödvändighet arméns hela inre organisation, förvandlades de förhållanden under vilka individer bildar en armé, och ändrades olika arméers förhållanden till varandra. De samhälleliga förhållanden, under vilka individerna producerar, de samhälleliga produktionsförhållandena ändrar sig alltså, förändras i och med att de materiella produktionsmedlen, produktionskrafterna, förändras och utvecklas." *Ekonomiska skrifter* s 519 (kursiv i original).

28. Se t ex *Till kritiken* . . . s 10.

29. Cohen a a s 79 ff.

30. *Kapitalet I* s 186.

31. *Till kritiken* . . . s 10.

32. Dahlkvist (1978) s 470f; Mishra a a s 135 ff.

33. Cohen a a s 134 ff.

34. Se Mishra a a s 136 ff.

35. K Marx & F Engels *Filosofiska skrifter* Köthen 1977 s 311f.

36. A Levine & E O Wright "Rationality and Class Struggle" *New Left Review* nr 123 (1980) s 47-68. Diagrammet finns på s 52.

37. K Marx & F Engels *Kommunistiska manifestet* Stockholm 1964 s 21.

38. *Ibid* s 14.

39. *Den tyska ideologin* s 173. Citatet i nästa stycke från s 174.

40. Se Levine & Wright a a s 60ff.

41. Dahlkvist (1978) a a s 478.

42. Cohen a a s 154.

43. Levine & Wright a a s 60ff.

44. Se J Elster *Om Kapitalen* Trondhjem 1969 s 18ff.

45. *Kommunistiska manifestet* s 21.

46. K Marx *Grundrisse. Introduction to the Critique of Political Economy* Harmondsworth 1973 s 506ff.

47. K Marx *Kapitalet*. Tredje boken Köthen 1973 s 714f.

48. *Kapitalet I* s 303.

49. A H Hansen "The Technological Interpretation of History" *Quarterly Journal of Economics* 1921, s 72-83. Citatet ovan är från s 80.

50. *Ibid* s 81.

51. H Tingsten *Den svenska socialdemokratins idéutveckling* Stockholm 1941 s 97.

52. *Ibid* samt Hansen a a.

Kapitel 3

1. Enligt *Teknisk Tidskrift* 30/8 1947 s 626.

2. *Kommunistiska manifestet* s 21.

3. *Ibid* s 18.

4. *Kapitalet I* s 31.

5. *Ibid* s 155.

6. B Nygren *Den nya tekniken – en översikt över studier om teknisk utveckling* Stockholm 1980 s 91. Se även C Freeman *The Economics of Industrial Innovation* Harmondsworth 1974, s 18; Schmookler a a s 2.

7. Schmookler a a s 1.

8. Se not 33, kap 7.

9. *Kapitalet I* s 649.

10. *Ibid* s 160.

11. *Ibid* s 36ff.

12. Se diskussionen i Palloix a a kap 6: Massbilismen var ännu vid sekelskif-

tet något otänkbart. Jfr följande dikt av den skotske kemisten och poeten John Davidson (d 1909) som ser fram mot att i fortsättningen slippa beblandas sig med massan i sina resor:

"Class, mass and mob for fifty years
and more
Had all to travel in the jangling roar
Of railways, the nomadic caravan
That stifled individual mind in man,
Till automobilism arose at last!
...
And things that socialism supposed
extinct
Degree, nobility and noble strife
A form, a style, a privacy in life
Will re-appear; and crowning nature's
plan
The individual and the gentleman
In England reassume his lawful place"

citerad i R Banham *Theory and Design in the First Machine Age* London 1960 s 11 n 1.

13. Diskussionen om arbetstidens förlängning finns i *Kapitalet I* kap 8; om produktivitetshöjningar i kap 10-13; om förbilligandet av det konstanta kapitalet i *Kapitalet III* a a kap 5; om extra-mervärdet i *Kapitalet I* kap 10. Stor hjälp att förstå denna mekanism har man av Dahlkvist (1978) a a s 187ff. Se även B Coriat *Science, Technique et Capital* Paris 1976 kap 3; J Mendner *Teknologisk utveckling i den kapitalistiska produktionsprocessen* Göteborg 1976 del 1.

14. *Kapitalet I* s 268.

15. *Ibid* s 273f.

16. K Marx *Kapitalet*. Andra boken Köthen 1971 kap 5-7, där kap 5 tar upp omloppstiden, kap 6 tar upp cirkulationskostnaderna, kap 7 diskuterar omslagstiden. *Kapitalet III* s 64ff tar bl a upp förbättrade kommunikationsmedel, Bessemer- och Thomasprocesserna inom järnhanteringen samt beredningen av alisarin ur stenkolkstjärna "som åstadkommer på några veckor . . . samma resultat som tidigare fordrade år". Se nedan kap 6.

17. *Ibid*.

18. *Kapitalet I* kap 13.

19. G Mensch "1984. A New Push

of Basic Innovations?" *Research Policy* 7 (1978) s 110; se även Mensch (1979) a a s 295-314.

20. A Kleinknecht "Innovation, Akkumulation und Krise" *Prokla* 21 (1979) s 85-104.

21. Se t ex Mandel a a; Freeman (1979) a a; A Maddison "Phases of Capitalist Development" *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review* nr 121 (1977) s 103-120.

22. Mensch (1979) a a. För en kritik av sådana studier se Rosenberg a a s 194f samt O Giarini & H Loubergé *The Diminishing Returns of Technology* Oxford 1978 s 70.

23. Se Freeman (1977) samt (1979).

24. J Annerstedt "Några drag i den svenska statliga forskningspolitikens fram
The Diminishing Returns of Technology Oxford 1978 s 70.

23. Se Freeman (1977) samt (1979).

24. J Annerstedt "Några drag i den svenska statliga forskningspolitikens framväxt" i P Dencik & B-Å Lundwall (red) *Arbete, kapital, stat* Stockholm 1974 s 99ff.

25. *Technical Change* . . . s 40. För en diskussion om den "teknologiska växelverkan" mellan militär och civil teknologi se W Agrell "Rustningar och teknologisk utveckling" i W Agrell (red) *Det teknologiska uppvaknandet* Stockholm 1980 s 97-108.

26. Freeman (1974) kap 2-4.

27. Mensch (1979); M Aglietta *A Theory of Capitalist Regulation: the US Experience* London 1979; Mandel a a.

28. Exempelen hämtade från Rosenberg a a s 112ff. För diskussioner om teknologins systemkaraktär se P F Drucker "Technological Trends in the Twentieth Century" i M Kranzberg & C W Pursell Jr (red) *Technology in Western Civilization: Volume II* New York 1967 s 10-22 samt N B Hannay & R E McGinn "The Anatomy of Modern Technology: Prolegomenon to an Improved Public Policy for the Social Management of Technology" *Daedalus* vol 109 nr 1 (1980).

29. Pionjär torde ha varit ett svenskt verkstadsföretag, Köpings Mekaniska Verkstad, se C O Hallström & O Hallström *Köpings Mekaniska Verkstads historia 1856-1942* Köping 1947 s 201f.

30. *Verkstadsminnen* Stockholm 1953 s 149.

31. En intressant diskussion finns i P Engellau *Påhittigheten blockerad?* Stockholm 1979.

32. Se Mensch (1979); Mandel a a.

33. Se *Technical Change* ... s 22ff; S Wibe "Efterfråge- eller profitkris: en jämförande analys av krisen på 30-talet och idag" *Zenit* 1/78 s 19.

34. *Kapitalet I* s 351; se Coriat a a samt V Packard *The Waste Makers* London 1966 kap 6-12; E Rothschild *Paradise Lost. The Decline of the Auto Industrial Age* New York 1974.

35. Annerstedt a a s 92.

36. *Teknik och industristruktur - 70-talets ekonomiska kris i historisk belysning* IUI/IVA-meddelande 218, Stockholm 1979, kap 6-8; G Brynne *Försprång genom offensiv produktutveckling* IVA-meddelande 228, Stockholm 1979.

37. En översikt ges i Nygren a a.

38. R R Ritti *The Engineer in the Industrial Corporation* New York och London 1971, beskriver arbetet i ett sådant transnationellt elektronikföretag.

39. Freeman (1974) a a s 152ff diskuterar "tröskelkostnaderna" för ö h t hänga med i teknikutvecklingen i vissa avancerade branscher. Kostnaderna för att utveckla och testa ett helt nytt läkemedel steg från 1.2 miljoner dollar 1962 till ca 24 miljoner 1974 och 54 miljoner 1976, enligt *Technical Change* ... a a s 50.

40. M Hales *Living Thinkwork* London 1980 s 104 redovisar situationen vid ICI Chemicals; C Freeman et al "Chemical Process Plant: Innovation and the World Market" *National Institute Economic Review* nr 45 (1968) s 29-57 tar upp den internationella kemiska industrin i stort.

41. L Nasbeth & C F Ray (eds) *The Diffusion of New Industrial Processes. An International Study* London 1974; se även *Teknik och industristruktur* ...

a a s 143ff.

43. S Laestadius *Produktion utan gränser* Stockholm 1980 s 73.

44. Ibid s 75.

45. *Teknik och industristruktur* ... a a s 143.

46. Ibid s 122ff; uppgifter om procentandelar från s 130.

47. Se H Kern & M Schumann *Industriearbeit und Arbeiterbewusstsein* Frankfurt am Main/Köln 1970.

48. Se diskussionen om den fjärde marxistiska traditionen i kap 4.

49. T Björkman "De lönsamma arbetsmiljöerna" *Sociologisk Forskning* nr 2/1978 s 11-30.

50. Ibid s 21ff.

51. *Kapitalet III* s 82.

52. Björkman a a s 23. Se även E Gierzt & J Andersson *Industriell produktion* Stockholm 1978 kap 1.

53. Björkman a a s 24f.

54. *Kapitalet III* kap 5; Freeman (1974) a a kap 2-3.

Kapitel 4

1. Cohen a a s 297ff.

2. Ibid s 306.

3. Ibid s 305; se A Johansson *Den effektiva arbetstiden* Uppsala 1977 för en diskussion om situationen i Sverige i början av 1900-talet.

4. Galbraith a a s 58ff, 126ff, 140ff.

5. Cohen a a s 308ff.

6. Det finns numera en rik litteratur på området. Se t ex T Forester (ed) *The Microelectronic Revolution* Oxford 1980; G Lindstedt (red) *Datorer på svenska* Stockholm 1981.

7. M Bosquet "Arbetslöshetens tidsålder" *Zenit* nr 59 (1979) s 24-32.

8. Ibid s 32.

9. Ibid s 28; Cohen a a, appendix I & II; Baran & Sweezy *Monopoly Capital* Harmondsworth 1968 s 23ff.

10. Bosquet/Gorz är på andra ställen mycket intresserad av arbetsprocessens utveckling och det tekniska och vetenskapliga arbetets karaktär. Se t ex A Gorz "Teknologi och makt" i B Berner m fl (red) *Utbildning och arbetsdelning* Malmö 1979 s 101-146.

11. *Kapitalet III* tredje avdelningen.

12. Företrädare för denna tradition

är t ex Mattick, Yaffe, Cogoy, Mendner, Mandel. Se litteraturlistan.

13. Inspirationskälla torde vara, förutom Marx, den polsk-tyske ekonomen Henryk Grossman, vars huvudverk *Das Akkumulations- und Zusammenbruchsgesetz des kapitalistischen Systems* (1929) just byggde på lagen om profitkvotens fallande tendens p g a stigande organisk sammansättning av kapitalet. Se C Groth "Teorien om profitratens långsigtade tendens til fald. Fremsettelse og kritik" *Nordisk tidsskrift för politisk ekonomi* nr 3/1975 s 41-86.

14. Mandel a a kap 5-7.

15. Se nedan.

16. Groth a a.

17. Ibid; Elster a a s 83ff.

18. B Rowthorn "Late Capitalism" *New Left Review* nr 98 (1976) s 59-83; T E Weisskopf "Marxian crisis theory and the rate of profit in the postwar US economy" *Cambridge Journal of Economics* nr 3/1979 s 341-378.

19. E O Wright *Class, Crisis and the State* London 1978 s 127ff.

20. Se t ex L Winner "Do artifacts have politics?" *Daedalus* Winter 1980 s 121-126.

21. Wright a a s 132ff; G Hodgson "The Theory of the Falling Rate of Profit" *New Left Review* nr 84 (1974); M Blaug "Technical Change and Marxian Economics" *Kyklos* vol III (1960) s 227-243; P Sweezy *Teorin för den kapitalistiska utvecklingen* Lund 1975 s 107ff; Groth a a s 57ff.

22. Dahlkvist (1978) s 517ff. Dagens sovjetiska och östeuropeiska litteratur om den "vetenskapligt-tekniska revolutionen" är mycket omfattande, men se t ex P Fedoseyev "Social Significance of the Scientific and Technological Revolution" i *Scientific-Technological Revolution: Social Aspects* ISA 1977. Översikter ges i E P Hoffmann "Contemporary Soviet Theories on Scientific, Technological and Social Change" *Social Studies of Science* vol 9 (1979) s 101-113; H-J Schanz "Til tesen videnskab som produktivkraft - et historisk ride" i V Andersen & R Kalleberg (red) *Forskningen - staten og kapitalen* Köpenhamn 1976 s 10-37. Ett par västeuropeiska

exempel är Y Lucas "L'utilisation capitaliste des forces productives et ses effets sur la personnalité des travailleurs" *La Pensée* nr 207 s 84-98 samt H Hartikainen "Om vetenskapen som produktivkraft" i Andersen & Kalleberg a a s 38-49.

23. *Grunddragen* ... s 196.

24. Ibid s 198f.

25. R Richta *La civilisation au carrefour* Paris 1974. På svenska finns utdrag i *Reform, ockupation. Tjeckoslovakien 1968* Stockholm 1968 s 9-41.

26. Ibid passim.

27. S Mallet *La nouvelle classe ouvrière* Paris 1969.

28. Kritik mot Richta finns i Coriat a a kap 1; mot VTR-teorin i M Minssen & W Sauerborn "Till kritiken av teknikbegreppet i teorin om den vetenskaplig-tekniska revolutionen" *Tekla* nr 5 s 3-38; Schanz a a; C Koch "Wo hält die 'wissenschaftlich-technische Revolution'?" *Merkur* Heft 11 (1972) s 1055-1073.

29. Diskussionen kring Mallets bok har varit omfattande. Se t ex G Adam "Introduction à un débat sur la nouvelle classe ouvrière" *Revue française de science politique* vol XXII nr 3 (1972) s 509-528; J-D Reynaud "La nouvelle classe ouvrière, la technologie et l'histoire" ibid s 529-542; Autorenkollektiv *Klassenlage und Bewusstseinsformen technisch-wissenschaftlicher Lohnarbeiter* Frankfurt am Main 1973 s 24ff. Studier inspirerade av Mallet som kommit fram till andra slutsatser är J Low-Beer *Protest and Participation. The New Working Class in Italy* Cambridge 1978; D Gallie *In Search of the New Working Class* Cambridge 1978.

30. Ibid samt T Nicols & H Beynon *Living with capitalism* London 1977.

31. Se t ex Mendner a a; Coriat a a; M Freyssenet *La division capitaliste de travail* Paris 1977; H Braverman *Arbete och monopolkapital* Stockholm 1976.

32. K Marx *Teorier om mervärdet* i Marx & Engels *Ekonomiska skrifter* s 197.

33. Ibid. Se även *Kapitalet I* kap 13.

34. E Balibar "Den historiska materialismens grundläggande begrepp" i L Althusser & E Balibar *Att läsa Kapitalet II* Stockholm 1970 s 134.

35. Mendner a a s 127ff.

36. A Friedman "Självytyre under ansvar" kontra 'direkt kontroll': företagsledningsstrategier under kapitalismen" *Zenit* nr 59 (1979) s 4-15; Mendner a a s 142; T Elger "Valorisation and 'Deskilling'. A Critique of Braverman" *Capital and Class* nr 7 s 58-99; R C Edwards "The Social Relations of Production at the Point of Production" *The Insurgent Sociologist* vol VIII nr 2 & 3 (Fall 1978) s 109-125.

37. Se P Sweezy "Marx and the Proletariat" i *Modern Capitalism and other Essays* New York 1972, citerad i Mishra a a s 141.

38. Braverman a a; för kritik se Elger a a; Edwards a a; T Cutler "The Romance of 'Labour'" *Science and Society* vol 7 nr 1 s 74-95.

39. H Braverman "Two Comments" *Monthly Review* vol 28 nr 3 (1976) s 124.

40. Undantaget Galbraith, som ju ej är marxist.

41. Vi är här inne på en diskussion om socialismen och produktivkrafterna. Se den debatt som gick i tidskriften *Zenit* under mitten av 1970-talet samt bidragen i F J Fleron (ed) *Technology and Communist Culture* New York 1977. En konkret analys av Kina ges i M Lockett "Bridging the Division of Labour: The Case of China" *Economic and Industrial Democracy* vol 1 (1980) s 447-486.

Kapitel 5

1. Mina tankegångar baseras fr a på W G Vincenti "The Airpropeller Tests of W F Durand and E P Lesley: A Case Study in Technological Methodology" *Technology and Culture* vol 20 nr 4 (1979) s 712-751; G Küppers "On the relation between technology and science - goals of knowledge and dynamics of theories" i W Krohn, E T Layton Jr & P Weingart (eds)

The Dynamics of Science and Technology Dordrecht 1978 s 113-133; Rosenberg a a; Mitcham "Types of Technology" *Research in Philosophy and Technology* vol 7 (1978) s 229-294.

2. Så menar t ex Jewkes, Sawers & Stillerman i *The Sources of Invention* London 1969, att kontakten mellan vetenskap och teknik var omfattande redan på 17-1800-talen, medan andra, t ex Freeman, betonar slutet av 1800-talet och ytterligare andra, t ex Richta, lägger tonvikten vid tiden efter andra världskriget. Relationen mellan vetenskap och teknik anges ofta som att teknologi = tillämpad naturvetenskap (se E T Layton Jr "Technology as Knowledge" *Technology and Culture* vol 15 nr 1 (1974) s 31-41 för en översikt); medan M Gibbons & C Johnson i sin "Relationship between Science and Technology" *Nature* vol 227 July 11 (1970) s 125-127, talar om "symbios" och D de Solla Price använder liknelsen om två dansare som dansar till samma musik, men det är oklart vem som leder och vem som följer. D de Solla Price "Science and technology: distinctions and interrelationships", s 173.

3. Mumford a a s 186; Marx-citatet i nästa mening från *Kapitalet I* s 424.

4. Freeman (1974) a a s 24.

5. T Gårdlund *Industrialismens samhälle* Stockholm 1942 s 52ff, citaten från s 53 resp 54.

6. D A Schon *Teknologi och förändring* Stockholm 1969 s 56.

7. *Kapitalet I* s 424 n 305.

8. Schon a a s 56.

9. Ibid.

10. Gårdlund a a s 217.

11. Vincenti a a s 743; Drucker a a s 17 understryker dock Edisons systematiska förfaringssätt.

12. Diskussionen nedan bygger delvis på Küppers a a s 115ff.

13. Exemplet från Brynne a a s 79f.

14. Küppers a a s 126.

15. J Hesselman *Teknik och tanke. Hur en motor kommer till* Stockholm 1948 s 174.

16. Ibid.

17. Küppers a a s 131.

18. Vincenti a a s 747. Jfr Hessel-

man a a s 210: "Som man ser gäller det alltid att finna ett optimum, även när det synes föga sannolikt att ett sådant existerar" (kursiv i original).

19. Küppers a a s 132.

20. Hesselman a a s 174.

21. Diskussionen hämtad från J R Ravetz *Scientific Knowledge and its Social Problems* Harmondsworth 1973 s 331ff samt 53ff.

22. Begreppet "systematisk parametervariation" hämtat från Vincenti a a s 714.

23. B C Hacker "Greek Catapults and Catapult Technology: Science, Technology and War in the Ancient World" *Technology and Culture* 9 (1968) s 49, citerad i Vincenti a a s 714.

24. Se t e x A Clegg "Craftsmen and the Origin of Science" *Science and Society* vol XLIII nr 2 (1979) s 186-201.

25. D S L Cardwell "The Academic Study of the History of Technology" *History of Science* vol 7 (1968) s 120; se även Vincenti a a s 713ff.

26. Vincenti a a s 714 n. 7.

27. Ibid s 715. Systematisk parametervariation ger konstruktionsdata för en speciell konstruktion eller för klasser av konstruktioner. Jfr Hesselman a a s 176: "Teknikern blir . . . mången gång i stånd att formulera empiriska lagar, vilkas praktiska värde, tillförlitlighet och användbarhet som vägledare ofta är förbluffande stor, men vars inre grunder han kanske inte alltid kan reda upp utan endast ana." Som exempel ger han dieselmotorn, som många ansåg vara "mer 'teoretisk' än andra maskiner, d v s att dess konstruktion och utveckling i högre grad vore resultatet av teoretiska beräkningar och studier" (ibid). Detta var dock enligt Hesselman en felaktig uppfattning, vilket bl a hans eget arbete omvittnade.

28. Vincenti a a s 743; Hesselman a a s 211.

29. O Bauer *Rationalisering – fel-rationalisering* Stockholm 1933 s 78f.

30. Vincenti a a s 715.

31. Cardwell a a s 120; Vincenti har dock en annan åsikt, s 750.

32. A Enström "Industrins forsk-

ningsverksamhet och rationaliseringen" *Svenska Teknologföreningens skriftserie* nr 9/1931 s 8.

33. B Steckzén *Svenska Kullagerfabriken. En svensk exportindustris historia 1907-1957* Göteborg 1957 s 76.

34. I Stenberg & B Frykberg "SKF:s sfäriska rullningslager – från idé mot fulländning" i *Från idé till produkt* I Stockholm 1961 s 76ff.

35. Vincenti a a s 715 ff och 740ff.

36. Ibid s 746. Ett undantag torde vara geologiska modeller över långvariga historiska förlopp (jag tackar B O Bengtsson för detta påpekande).

37. LM-ingenjören – de fängslade uppgifternas man 1951 s 6.

38. Vincenti a a s 716ff; Küppers a a s 127.

39. Küppers a a s 129.

40. *Första Ingenjörshandboken* del I Halmstad 1951 s 31.

41. Klemme s 317f.

42. Ibid s 321.

43. Hesselman a a s 95.

44. Ibid.

45. S Hähnel "Vetenskaplig forskning – och teknisk" *Teknisk Tidskrift* 11/3 1950 s 208f.

46. Küppers a a s 118; Schmookler a a kap 1.

47. Vincenti a a s 745.

48. Ibid s 751.

Kapitel 6

1. D S L Cardwell *The Organization of Science in England* London 1972 s 16f.

2. A R Hall "Engineering and the Scientific Revolution" *Technology and Culture* 1961 s 333ff; G Böhme, W van den Daele & W Krohn "The 'Scientification' of Technology" i Krohn m fl (eds) a a s 231; J D Bernal *Science in History* Volume 2, Harmondsworth 1969 s 490f.

3. Hall a a s 339.

4. Ibid s 335.

5. Ibid s 337; Bernal a a s 493.

6. Bernal a a s 519.

7. A a s 520.

8. Cardwell a a s 16 menar att ång-

maskinen var ett exempel på "applied science" och enligt J D Bernal a a s 525 "the steam-engine . . . is pre-eminently a conscious application of scientific thought, and to that extent science played an essential part in the Revolution". Se även ibid s 576ff.

9. D Landes *The Unbound Prometheus* Cambridge 1972 s 104; T S Kuhn "Comment" i *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* Princeton 1962 s 454 n 4; R P Multhauf "The Scientist and the 'Improver' of Technology" *Technology and Culture* 1 (1959) s 42.

10. Mumford a a s 184; se även Landes a a s 104; Bernal a a s 588.

11. Böhme m fl a a s 232; Landes a a s 61.

12. *Kapitalet I* s 325.

13. Bernal a a s 592; Landes a a s 80ff.

14. *Kapitalet I* kap 11-13; Rosenberg a a kap 7.

15. *Kapitalet I* s 295; se även B Coriat *L'atelier et le chronomètre* Paris 1979; Landes a a 306f. I *Grunddragen* . . . s 195 påpekar Marx att det inte är "uppfinningar som berett den väg längs vilken maskineriet i stor skala har uppstått och än mindre den väg som det i detalj följer. Denna väg är analysen — genom arbetsdelningen, som redan förvandlar arbetarens arbetsmoment till allt mer mekaniska operationer, på så sätt att mekaniken på en viss punkt kan ersätta arbetet."

16. *Kapitalet I* s 331.

17. Ibid.

18. Ibid s 333.

19. Ibid s 333ff; J D Bernal *Science and Industry in the Nineteenth Century* s 26ff.

20. Bernal 1969 s 588.

21. Ibid.

22. E Linder *Den mekaniska verkstadsindustrins utveckling under årtiondena närmaste före världskriget* Stockholm 1923 s 87ff.

23. Bernal 1969 s 595: "Though the actual production of precisely finished metal parts owed little to science, depending as it did on the smooth performance of machines, it was to be the way in which mechanical

engineering could itself become scientific . . . With precision metal-cutting . . . the performance of mechanical devices could be calculated from the drawing-board with some chance of predicting performance in advance." Se även Rosenberg a a kap 1.

24. Hall a a s 333.

25. Ibid.

26. Mumford a a s 187.

27. Landes a a s 92.

28. Bernal 1969 s 597.

29. Ibid s 598; Landes a a s 92; Rosenberg a a kap 10.

30. G Eriksson *Kartläggarna Uppsala 1977* s 83.

31. K Modin *Svenska uppfinnare och industrimän* s 86.

32. Ibid.

33. Bernal 1969 s 598; Bernal 1970 s 25.

34. Landes a a s 258f.

35. A Attman *Fagerstabrukens historia II* Uppsala 1958 s 482.

36. Bernal 1969 s 624ff.

37. Landes a a s 113f; Freeman 1974 kap 2; svenskt experimentarbete utfördes av J J Berzelius vid Grips-holms kemisk-tekniska fabrik, till vilken han var delägare. Här upptäckte Berzelius bl a grundämnet selen, som han utvann ur en rödaktig fällning som bildades vid svavelsyretilverknigen. Fabriken, som även framställde svavelsyra, ättiksyra, saltsyra o dyl, eldhärjades 1825 och lades därpå ned. *Teknik i 150 år* Göteborg 1979 s 27.

38. Bernal 1970 s 33 och 77.

39. Nauckhoff "Biografi — Johan Peter Klason" *Vetenskapsakademiens årsbok 1953* s 302.

40. TT 1881 s 16ff (kursiv i original).

41. Ibid; TT 1887 s 55ff.

42. "Teknologernas verksamhet och öden" *Industritidningen Norden* 1881 s 39, 44-46.

43. T Althin *Stockholms Superfosfat Fabriks AB* Stockholm s 43ff s 88f.

44. Ibid. För Nobel se B Steckzén *Bofors, En kanonindustris historia* Stockholm 1946 s 166f; Freeman 1974 kap 1.

45. B Bosæus *Utveckling av produktion och teknik i svensk massaindustri 1857-1939* Stockholm 1949

s 82.

46. Citerad i Gårdlund a a s 222f.
47. Cardwell a a kap 2-3; Bernal 1970 s 10 och 150ff.

48. Denna utveckling finns bl a skildrad i Cardwell a a passim; Bernal 1969 s 628f; J Ben-David *The Scientist's Role in Society. A Comparative Study* Englewood Cliffs 1971 kap 7.

49. Multhauf a a s 42f; K-H Mane-gold "Technology Academised. Education and Training of the Engineer in the 19th Century" i Krohn m fl (eds) a a s 137-158; Cardwell a a s 167ff; R Torstendahl *Teknologins nytta* Uppsala 1974; N Runeby *Teknikerna, vetenskapen och kulturen* Uppsala 1976; G Hortleder *Das Gesellschaftsbild des Ingenieurs* Frankfurt am Main 1970; R Anderberg *Grunddragen av det svenska tekniska undervisningsväsendets historia* Stockholm 1921.

50. Se t ex G de Geer *Genombrottstider i Bergslagen* s 34; I Bergslagen och speciellt vid Domnarvets järnverk anställdes inte gärna högstskoleingenjörer. Enligt E J Ljungberg dög dessa bara i laboratorier och på konstruktionsbyråer och ej i fabrikenas drift. Se även nedan kap 11.

51. Landes a a s 223; Bernal 1970 s 10, 36ff och 152ff.

52. H Jonas "The Scientific and Technological Revolutions. Their History and Meaning" *Philosophy Today* vol XV nr 2/4 (1971) s 98.

53. J B Rae "The Invention of Invention" i Kranzberg & Pursell I a a s 334; se även Landes a a s 323ff.

54. Böhme a a s 236.

55. Freeman 1974 kap 2.

56. Böhme a a s 230.

57. Freeman 1977 passim; J Langrish, M Gibbons, W G Evans 7 F R Jevons *Wealth from Knowledge* London 1972; M Gibbons & C Johnston "The Role of Science in Technological Innovation" *Research Policy* 3 (1974) s 220-242.

58. Jfr Marx' analys i *Grunddragen* . . . s 195. Det är, menar han, när maskineriet nått ett visst omfång och skapat stora resurser som vetenskaperna verkligen kan tas i kapitalets tjänst: "Uppfinningar blir då ett geschäft och användning av vetenskapen på själva

den omedelbara produktionen blir en aspekt, som bestämmer och frambringar uppfinningarna." Se även Bernal 1970 s 151f.

59. J J Beer "Coal Tar Dye Manufacture and the Origins of the Modern Industrial Research Laboratory" *Isis* nr 156 (1958) s 123-131.

60. Drucker a a s 14; J Borkin *The Crime and Punishment of IG Farben* New York 1978; Freeman 1974 s 80ff.

61. R Sasuly *IG Farben* New York 1947 s 19, citerad i Braverman a a s 142.

62. K Birr *Pioneering in Industrial Research* Washington 1957.

63. D Noble *America by Design* I New York 1979. Part One.

64. Siffran från Braverman a a s 144. Se Gibbons & Johnson 1970 för uppgifter om transistor.

65. Freeman 1974 kap 2-3; W F Mueller "The Origins of the Basic Inventions underlying Du Pont's Major Product and Process Innovations, 1920 to 1950" i *The Rate and Direction* . . . s 323-358.

66. A F Enström "Om det tekniskt-vetenskapliga forskningsarbetet i vårt land" Stockholm 1918 s 1f.

67. E Larsson *Om forskning och forskningslaboratorier* Stockholm 1922 s 7.

68. Citerad i Eriksson a a s 82.

69. T Althin *Gustaf de Laval 1845-1913. De höga hastigheternas man* s 129ff; Steckzén 1946 s 152ff, 166ff och 569.

70. Stora Kopparbergs laboratorier beskrivs i Larsson a a s 11ff; SKFs i Steckzén a a passim; se även Eriksson a a s 77ff för en översikt över situationen fram till 1920 samt SOU 1942:6 för läget vid 1930-talets slut.

71. Annerstedt a a.

72. Langrish m fl a a "Introduction".

73. Exemplet hämtat från Böhme a a s 236ff.

74. Ibid. Se även H Brahmer "Näringslivet och den naturvetenskapliga akademiska utbildningen" TT 26/4 1947. Här beskrevs på s 382 hur det tekniska forskningsarbetet börjar med att den akademiskt skolade forskaren utför litteraturstudier och ett "mer

eller mindre omfattande laboratoriearbete, med så gott som alldeles samma arbetsmetoder som dem som den vetenskapligt skolade forskaren använt under sin utbildning vid universitetet eller högskolan. Blir resultaten positiva, vidtar *ingenjörarbetet* /min kursiv/, varvid försök görs först i halvstor och slutligen i fullstor skala. Allt arbete skall på alla stadier bedrivas lika systematiskt och med utnyttjande av vetenskaplig arbetsmetod, således huvudsakligen studium av en variabel åt gången. Skillnaden mellan akademiskt utbildade forskares insats och ingenjörernas är fr a en gradskillnad. Akademikerna arbeta i den minsta försöksskalan, ingenjörernas arbete går ut på att finna villkoren för försökens förstoring, kanske från laboratorieskalans 1:100 000 till industridrifens skala 1:1."

75. Drucker a a s 13; Jewkes m fl a a hävdar dock att många väsentliga uppfinningar också idag härrör från oberoende uppfinnare, snarare än industriforskare. Jfr dock uppgifter i Å von Zweigbergk "Uppfinningar av anställda. Några synpunkter på de rättsliga problemen" i *Frihet och tvång inom det ekonomiska livet* Stockholm 1956 s 236: En undersökning av de år 1949 i Sverige beviljade patenten visade att omkring 50% beviljades åt enskilda. De åt aktiebolag o dyl beviljade patenten dominerade helt inom kemisk teknik och elektronik och övervägde starkt även vad gällde pappersteknik, bergsvetenskap och maskinteknik. De åt enskilda givna patenten var "mest inom vissa ur teknisk synpunkt mindre viktiga områden såsom idrott, korta varor, reklam". Också inom områden som byggnadsteknik, lantbruk och transport var de i majoritet. Se även uppgifter i SOU 1977:64.

Kapitel 7

1. Diskussionen om ingenjörstitelns ursprung och överföring till Sverige grundar sig huvudsakligen på K Malmsten "Ingenjörernas titel och tradition" *Med hammare och fackla* 1940-51, s

58-101, samt K Malmsten "Ingenjörstitelns ursprung och dess överförande till Sverige". TT 17/10 1942 s 457-461.

2. Rae a a, s 328; T Althin *Vattenbyggnadsbyrån 1897-1947* Stockholm 1947 s 15f.

3. Malmsten 1942 s 459.

4. *Vattenbyggnadsbyrån* s 18ff.

5. Ibid s 20.

6. Malmsten 1940-41 s 90.

7. T Althin "Till Sveriges högsta välstånd. Den tekniska undervisningens uppkomst". *Industritjänstemannen*, 4/ 1970 s 21.

8. Malmsten 1940-41 s 99f. Anderberg a a.

9. Om den franska utvecklingen se Ben-David a a kapitel 6; T Shinn "Des Corps de l'Etat au secteur industriel: genèse de la profession d'ingénieur, 1750-1920" *Revue française de sociologie*, vol XIX (1978) s 39-71; Ahlström "Higher Technical Education and the Engineering Profession in France and Germany during the 19th Century", *Economy and History* vol XXI:2 (1979) s 51-88.

10. Om England se Cardwell 1972 passim; Landes a a s 339ff.

11. P Henriques *Skildringar ur Kungl. tekniska högskolans historia* 1-2 Stockholm 1917-27; G Bodman *Chalmers tekniska institut 1829-1929*; Anderberg a a; T Althin *KTH 1912-1962*; Det kan noteras att av de ingenjörer som fram till 1930-talets slut anställdes vid vattenbyggnadsbyrån (VVB) hade bortåt en fjärdedel militär titel (enligt förteckning i *Vattenbyggnadsbyrån*).

12. Den tidiga svenska verkstadsindustrin har beskrivits av Gårdlund i *Industrialismens samhälle* samt i T Gårdlund "Teknik och tekniker i den tidiga svenska verkstadsindustrin". Jag baserar mig främst på dessa verk.

13. *Industrialismens samhälle* s 53.

14. Se not 11.

15. Gårdlund "Teknik och tekniker . . ." s 190.

16. Citerad i Runeby a a, s 95, som också tar upp de olika tekniska föreningarna. Se nedan kapitel 11.

17. *Industrialismens samhälle* s 222.

18. Protokoll vid Teknologmötet

9.6. 1887, s 87. Riksarkivet.

19. Se not 17.

20. Anderberg a a s 46.

21. De kommunala tekniska uppgifterna växte snabbt efter införandet av kommunalstryrelse för stad 1862, enligt B Traneus "Ingenjörernas fördelning på olika verksamhetsområden" TT 11. 12.1943 s 583; Uppgifter om de från TI/KTH åren 1850-80 utexaminerade ingenjörerna bekräftar att staten fortfarande var en viktig arbetsgivare. Av sammanlagt 740 personer var 162 sysselsatta vid mekaniska verkstäder, 119 knutna till järnvägsväsendet (som då var både statligt och privat), 62 verkade inom järnhanteringen, 42 hade kommunal tjänst och 27 militär tjänst, medan 41 ägnade sig åt lärarverksamhet. *Industritidningen Norden* 1881 s 39, 44 f.

22. Denna diskussion tas upp i Runeby a a, s 135ff.

23. Enligt Carlsson "Den sociala omgrupperingen i Sverige efter 1866", i *Samhälle och riksdag I*, Stockholm 1966 s 150f. Utbildningsuppgifterna sammanställda av R Torstendahl *Dispersion of Engineers in a Transition Society* Uppsala 1975 s 43.

24. *Industrialismens samhälle* s 230 f.

25. Uppgifterna om tiden 1890-1913 hämtade från *Teknik och industristruktur* ... s 48f.

26. Torstendahl *Dispersion* s 109.

27. H de Geer *Rationaliseringsrörelsen i Sverige* Stockholm 1978 s 63 samt kapitel 4; N Runeby "Americanism, Taylorism and Social Integration" *Scand. J. of History* 3/1978 s 21-46; se även nedan kapitel 10.

28. *Teknik och industristruktur* ... s 49ff, 65ff.

29. SOS Industri för resp. år; se nedan kapitel 11 och 12. Bruktjänstemannaföreningens tidskrift *Från Svenska Bruk* införde under åren 1923-24 en mängd platsannonser som vittnar om arbetslöshetsproblemet.

30. *Teknik och industristruktur* ... s 52ff, 71f; E Dahmén *Svensk industriell företagsverksamhet* s 381f.

31. *Folkräkningen 1940* Tabell 18 och 20. "Ingenjörerna" utgjorde då 1.1% av de anställda i riket.

32. *Civilingenjörsförbundets tidskrift* nr 9, 1958 s 141 se även E Olsson *Statistisk översikt över ingenjörbeståndet i Sverige* Tabellbilaga s 36, 56, 70, 72.

33. Se nedan tabell 7:2. Jag diskuterar dessa utbildningsvägar i "Teknisk kunskap och karriär" manus Lund 1980.

34. T Sällfors 6/2 1935 RA kommitté nr 492 vol 1.

35. Ibid s 2f.

36. Siffror från SOS Industri 1950 samt för 1939 från B Nyvander "Förändringarna i förvaltningspersonalens storlek inom industrin sedan förkrigstiden." *Kommersiella Meddelanden sept 1952* s 405-415.

37. "Teknikerbristen" behandlades i ett otal inlägg i slutet av 1950-talet. Se *SOU 1959:45* (1955 års Universitetsutredning) s 50ff samt den utredning som gjordes 1956-57 av Industriförbundets sk Teknikerkommitté och som publicerades under titeln *Ingenjörbehovet i Sverige*, Stockholm 1957.

38. *Teknik och industristruktur* ... s 57.

39. SOS Industri för respektive år.

40. *Teknik och industristruktur* ... s 58f. Uppg. från s 59. *

41. *Information i prognosfrågor* 1973:4 s 38.

42. Ca 30 000 av 210 000 (1.4%) Folkräkningen 1940 tabell 20.

43. Enligt särskilda folkräkningen 1935/36 var antalet personer med teknisk utbildning då 13 610 varav 7 280 civilingenjörer. 1970 års siffra från SOU 1971:62 s 224 (tabell 8).

44. Siffrorna från FoB 1975 del 6:2 tabell 13. Se Appendix för uppgifter om vad som innefattas i kategorierna.

45. *Inf. i prognosfrågor* 1978:1 s 48ff.

46. Ibid. Där framgår bl a att teknikernas yrkesandel, dvs andelen av samtliga i näringsgrenen, är 16% i verkstads- och elektroindustrin, 13% i gummi-kemisk och petroleumindustrin samt 30% inom uppdragsverksamhet och maskinuthyrning.

47. M Wängborg *Nedrustning och utveckling* Stockholm 1978 s 65 (totalantal), s 171 (flygindustrin). Till

dessa siffror kommer militärtekniker och forskare vid FOA, som torde vara kring ett tusental.

48. *SIF* nr 11/1972 s 10ff. *Svenska Vägföreningens tidskrift*, häfte 3/1968 s 111, 137.

49. Se not 45.

50. SOS Industri, Nyvander a a. Under åren 1955-60 gick andelen dock ner från 25 till 23%.

51. FoB 1975 del 6:2 tabell 12.

52. SOS Industri 1950-75 samt Nyvander a a.

53. Olssons utredning ger belägg för detta påstående, Olsson a a Tabellbilaga III. Se även *CF-tidskriften* 12/1968 s 301 för civilingenjörernas fördelning på olika stora företag.

54. *Befattningsnomenklatur, tjänsteman*, Stockholm 1975 s 11.

55. Se B Berner *Kvinnor inom teknik och naturvetenskap* Lund 1975.

Kapitel 8

1. Mitcham a a n 4 s 271.

2. E T Layton Jr *The Revolt of the Engineers*; E T Layton Jr *American Ideologies of Science and Engineering* s 696.

3. *Industrialismens samhälle* s 32ff.

4. T Gårdlund *Bolinders, en svensk verkstad*, Stockholm 1945, kap III och IV.

5. Ibid s 64 liksom följande citat.

6. Ibid s 66. Jfr vad gäller ornamenteringen M Calvert *The Mechanical Engineer in America 1830-1910*, s 173. Det fanns på 1800-talet en konflikt mellan de ingenjörer som förespråkade sköna linjer och de som pläderade för större enkelhet och funktionalitet i konstruktionsarbetet.

7. Ibid s 63-64.

8. I Geijer "Bruksbokhållare och ingenjörer för 30 år sedan" *Industri-tjänstemannen* 1942 s 214;

9. Jfr platsannonserna i *Från Svenska Bruk* på 1920-talet där kombinationer som ritare och kemist, ingenjör och bokförare kunde förekomma.

10. Denna utveckling beskrivs bl a i G Albinsson *Svensk verkstadsindustri. Struktur och utvecklingstendenser* Uppsala 1961 s 33f; *Industrialismens*

samhälle s 85ff; T Althin *C E Johansson 1864-1943. Måttens mästare* Stockholm 1947 s 41ff; Linder a a.

11. Ibid s 42.

12. Se ovan s 85 och 97.

13. N Fredriksson "Om arbetsintensiteten i våra verkstäder" TT 18/1 1908 s 17.

14. P J Booker *A History of Engineering Drawing* passim.

15. T Althin *Vattenbyggnadsbyrån* beskriver flera sådana konsultföretag inom de elektrotekniska och vattenbyggnadstekniska områdena, som uppstod vid slutet av 1800-talet. Se även Eriksson a a för en beskrivning av de kemiska konsultfirmor som också uppstod vid denna tid samt Torstendahl *Dispersion . . .* s 110 för uppgifter om hur ingenjörerna vid sekelskiftet och under 1900-talets första årtionden växlade från arbete inom kommunal tjänst och arbete som konsulter. W Neef "Ingenieure im Umbruch" s 8 tar upp uppdelningen i manuellt och intellektuellt arbete som skapandet av dessa firmor innebar.

16. Se t ex L Yngström "Jernverkets tekniska utveckling" i *Ett svenskt jernverk* Uppsala 1938 s 183f för situationen vid Sandvikens järnverk.

17. *Industritidningen Norden* 18/2 1887 s 41f.

18. Ibid s 41.

19. Ibid.

20. Hallström & Hallström a a s 175f.

21. *Norden* a a s 41 för samtliga citat.

22. TT 18/1 1908 s 17.

23. K Ardell "Systematiskt ritkontorsarbete och ritkontorets samarbete med verkstaden" T T (avd för mekanik och elektroteknik) 14/2 1903 s 23.

24. Linder a a.

25. TT 18/1 1908 s 17.

26. Booker a a s 189ff.

27. *Norden* a a s 41.

28. Ibid.

29. L A Hubendick (red) *Hvad skall man bli?* del I Stockholm 1882 s 93.

30. Ibid s 95.

31. Torstendahl *Dispersion . . .*

32. L A Hubendick *Hvad skall man bli?* Stockholm 1901 s 150.

33. L A Hubendick påpekade 1882

att det var "nödvändigt för maskinbyggaren att, helst före sitt inträde vid något tekniskt läroverk, under några år själv arbeta såsom lärling . . . hvarvid det är av mindre vikt att förvärfva en viss skicklighet än att deltaga i så många olika arbeten som möjligt" a a s 118f.

34. Norden a a s 42.

35. Se nedan kap 11.

36. U Olson "L M Ericsson och trettioårsdepressionen" i A Attman & U Olson *L M Ericsson 100 år* II Örebro 1976 s 83.

37. Den bästa skildringen av denna utveckling är Dahmén a a.

38. G Åkerman skiljer i den utredning han gjorde 1931 för arbetslöshetsutredningen *Om den industriella rationaliseringen och dess verkningar* SOU 1931:41 mellan fem huvudformer för driftsrationalisering: (1) Produktion i större skala; (2) Standardisering; (3) Mekanisering; (4) Flytande tillverkning; (5) Rationell arbetsledning. Det sista innebär arbetsplanering, arbetsmetodik och normaltidsbestämning, som då är grundad på tidsstudier. I det här kapitlet är det fr a konstruktörens insats i de fyra första formerna som står i centrum. I kap 10 skall jag återkomma till den femte formen.

39. A Montgomery "Rationaliseringen och den svenska industrins utveckling" TT 19/2 1944 s 181ff.

40. Dahmén a a s 130.

41. Ibid s 128ff och 370ff.

42. Ibid s 379f diskuterar olika tänkbara orsaker. Se också I Svennilson *Growth and Stagnation in the European Economy* Genève 1954 för en jämförelse av mellankrigstidens utveckling i olika europeiska länder.

43. Se kap 11.

44. Riksarkivet komm. nr 593 vol 3.

45. SAFs arkiv.

46. E Höök *Tjänstemännen och den industriella omvandlingen* Stockholm 1953; om krigsindustrin se U Olsson *Upprustning och verkstadsindustri i Sverige under det andra världskriget* Göteborg 1973.

47. Höök a a s 49ff och 84f.

48. Riksarkivet komm nr 593 vol 3.

49. Höök a a s 84.

50. Komm nr 593 vol 3, Riksarki-

vet s 7.

51. "Maskinritning" *Korrespondens* 1941 s 154; se även "Arbetet på ett ritkontor" *Korrespondens* 1941 s 89.

52. Se *Första ingenjörshandboken* s 31: "Dessa ritningar talar sitt eget språk — ett språk som både ritkontorspersonalen och arbetarna nere i verkstaden behärskar." Jfr *Korrespondens* 1941 s 154: "Teknikens uttryckssätt, dess internationella språk, äro ritningarna . . . För ritare och kanske främst för de personer som skola tyda ritningarna, är det av allra största vikt, att ritningarna på ett åskådligt, ändamålsenligt och framför allt entydigt sätt visar konstruktionens alla detaljer, inte endast till formen utan även till storleken. Ritaren måste i sin makt ha ett uttrycksmedel, som ställer konstruktörens avsikter över varje tvivel . . . Den tekniker, som inte kan rita, saknar ett viktigt uttrycksmedel och har en stor lucka i sin utbildning. Den som inte förstår en ritning är alldeles hjälplös." Vi skall senare, i kap 9, se hur den moderna datatekniken börjar eliminera detta tidigare outhärliga uttryckssätt och kunnande.

53. År 1939 arbetade 49% av ingenjörerna inom gruv- och metallsektorn med konstruktions- och ritarbete, enligt Olson 1939 a a tabellbilaga VIII.

54. *Teknik och industristruktur* . . . s 102.

55. Ibid s 61; *Multinationella företag* Stockholm SIND 1980:4 s 134ff.

56. Framställningen av de typerna av företag bygger på Å I:son Nyström *Organisation och styrning av verkstadsindustrins produktutveckling* Lund 1975 s 164ff.

57. En god arbetsbeskrivning ges i ASEAs rapport 1959 inför den kommitté som utredde arbetstagares uppfinningar. Komm nr 2147 vol 3, Riksarkivet.

58. *Industritjänstemannen* 1951 s 244.

59. Ibid s 238ff och 266ff.

60. *Teknik och industristruktur* . . . s 163ff.

61. J Woodward *Industriell organisation* Stockholm 1967 s 135.

62. Ibid. Resultatet blev ökad facklig organisering bland ritarna.

63. Brynge a a s 6ff; S Malmström "Innovationerna och den ekonomiska krisen" *Skandinaviska Bankens Kvar-talstidskrift* nr 3-4/1978 s 88f.

64. Brynge a a s 6.

65. Ibid passim; Nyström a a pas-sim.

66. *Teknik och industristruktur* . . s 168.

67. Detta arbete beskrivs i detalj i L Gunnarsson *Att förändra arbets-processen* s 151ff.

68. Mendner a a s 169ff; Brynge a a s 59.

69. Gunnarsson a a s 156f.

70. Ibid s 177.

Kapitel 9

1. Marx' diskussion som belyser det hantverksmässiga manuella arbetets utveckling finns i *Kapitalet I* kap 11-13.

2. Uppgifterna kalkylerade från pri-märdata till Olsson 1939. Riksarkivet komm nr 825.

3. Steckzén *Bofors* s 639.

4. Ibid s 638.

5. Ibid s 639.

6. *Kan produktutvecklingen effekti-viseras?* s 14.

7. Ibid s 27.

8. B Brolund *Mitt yrkesval* Örebro 1964 s 86.

9. E Nyemark *Ungdomens ingen-jör*sbok II s 58.

10. Ibid.

11. *Svenskt yrkeslexikon* 1967 s 21f. Se även A Ekman & S Jonasson *Industri, tjänstemän, industritjänste-män* Stockholm 1960 s 62-82.

12. Se Gunnarsson a a s 151ff.

13. *Industritjänstemannen* nr 10/1966 s 14.

14. Brolund a a s 86.

15. *Svensk yrkeslexikon* a a s 21.

16. Neymark a a s 48.

17. Brolund a a s 87.

18. *Svenskt yrkeslexikon* a a s 21.

19. Low-Beer a a s 97ff.

20. A T Pehrson *Inför valet av lev-nadsbana* Stockholm 1924 s 84; se också C Geo *Begåvning och yrkesval*

Ljungby 1927 s 44, som påpekar att "Vad konstruktören uttänkt utför ritaren rent mekaniskt på papperet. En person med både teoretisk och praktisk utbildning har utsikter till goda löneförmåner, under det den som blott har ettdera ofta sitter trångt." 1920-talets dåliga konjunkturer inne-bar ofta att företagen ersatte erfaren ritpersonal med billig kvinnlig arbets-kraft.

21. Olsson 1939, tabellbilaga VIII.

22. Carter & Williams a a s 105.

23. Neymark a a s 48.

24. *Civilingenjörsförbundets tid-skrift* 1955 s 57.

25. Brolund a a s 87.

26. *SIF och ingenjörerna* Stock-holm 1964 s 17.

27. Egna beräkningar på grundval av SOU 1971:62 samt *Lönestatistik för tjänstemän*.

28. Pehrson a a s 21.

29. Ibid.

30. Neymark a a s 47; se också Geo a a s 44; Pehrson a a; Brolund a a s 88.

31. Hubendick 1901 s 145. Pro-centuppgifterna från *Lönestatistik för tjänstemän*.

32. Neymark a a s 47. Jfr beskriv-ningarna i *Svenskt Yrkeslexikon* a a s 43 samt i *Befattningsnomenklatur för tjänstemän*.

33. *Industritjänstemannen* 1955 s 122.

34. Giertz & Andersson a a s 108.

35. J E Berglund & K-H Pettersson *Produktionens omvärld* Lund 1972 s 51ff. Värdeanalys eller funktions-kostnadsanalys är en sorts checklista där man anger funktionerna för an-vändaren (konsumenten/producenten), söker samla in alla tänkbara lösningar samt utvärdera dem ur funktions- och kostnadsynpunkt. Se Neef a a för en kritik av den styrning detta innebär.

36. Giertz & Andersson a a s 108.

37. *Industritjänstemannen* nr 10/1966 s 15ff; *Affärs ekonomi* nr 19/1965.

38. Ibid s 30.

39. Ibid s 31.

40. Booker a a s 133. Enligt *Bon-niers konversationslexikon* användes blåkopierring för kopiering av på kalker-väv eller papper gjorda ritningar. Ko-

pieringspapperet är preparerat med en blandning av organiska järnoxidsalter eller gult blodlutsalt. Täckes ett sådant papper med originalritningen och utsättes för belysning, kommer järnoxidsalterna att på de belysta ställena reduceras till järnoxidsalter. Med röd blodlutsalt fås en blå förening, vilket ger en vit teckning med blå botten; med gul blodlutsalt framstår teckningen på kopian i blått mot vit botten. Kopiaerna fixeras genom att sköljas i rent vatten.

41. Blåkopiering är en form av ljuskopiering; andra former ger upphov till svarta, blåklänkande ämnen.

42. Neymark a a s 46f.

43. A Garvan "Slide Rule and Sector: A Study in Science, Technology and Society" *Proceedings of the 10th International Congress of the History of Science* Paris 1974 s 397-400.

44. *Första ingenjörshandboken* II s 39f; *Korrespondens* 1964 s 38.

45. *Industritjänstemannen* 1951 s 243.

46. Yngström a a s 185.

47. *Kan produktutvecklingen effektiviseras?* s 33; se även TT h 39/1961; *Industriell teknik* 1976:10.

48. "Sexton sidor om automation" *Industria* special 1957 s 6; "ADB för konstruktörer" TT h 2/1968 s 24; L Magnusson "Har konstruktören glömt datorn?" TT 1973:9 s 15ff; M E Leesley "The uneven acceptance of CAD" *Computer-aided design* vol 10 nr 4 (July 1978) s 227ff.

49. S Kleist "Provning och simulering i dator" *Industriell teknik* 1976:10 s 44.

50. *Perspektiv på datasystemutveckling* Lund 1978 kap 33 och 34.

51. *Industria* special 1957 s 6; TT 1973:9 s 16; Leesley a a.

52. "Dator ritar pumphjul hos Stenberg-Flygt" *Ny teknik* 19/1969 s 4.

53. TT 1973/9 s 16; Leesley a a s 227f.

54. *Industriell teknik* 1976:10 s 42.

55. G Sangregorio "Nu sköter datorn utvecklingsarbetet" *Socialistisk Debatt* nr 38-39 s 37.

56. Ibid s 38. Simulering med hjälp av datorer är vanlig inom flyg- och bil-

industrin, t ex för att dimensionera fjädringssystem eller växellådor, för reglertekniska tillämpningar samt inom elektronikindustrin. TT 1973:9 s 17.

57. *Industriell teknik* 1976:10 s 43.

58. TT 1973:9 s 17.

59. Ibid. Se även O Dopping "Gräfsk databehandling - framtidsingenjörens arbetsmetod" TT h 24/1965 s 653f.

60. A M Greene "Why it Makes Sense to Buy a CAD/CAM System" *Iron Age* September 3 1979 s 68; E Kulkosky "CAD/CAM: The New Computer Wonder" *Financial World* July 1 1979 s 12.

61. Kulkosky a a s 14.

62. TT 1973:9 s 17; se även K Holmgren "Kock och Styrbjörn - hjälpredor för skeppsbyggnad" TT h 27/1968 s 527-530.

63. P-O Persson "Datorburet system hjälper projektören" TT 1975:6; "Datatekniken tar över det tråkiga ritarbetet" TT 1975:6; *Dagens Industri* 8/2 1979 s 26.

64. Greene a a s 68.

65. Ibid s 67; Leesley a a s 228 och 230.

66. M J E Cooley "Impact of CAD on the designer and the design function" *Computer-aided design* s 241; Leesley a a s 228.

67. K Arnér "Kunskapens degradering" *Svenska Dagbladet* 11/8 1980 s 8.

68. Leesley a a s 229; Cooley a a s 241.

69. Sangregorio a a s 38.

70. *Dagens industri* 8/2 1979 s 26.

71. *Maskinell teknik* 1976:10 s 44.

72. Berglind & Pettersson a a s 42.

73. Sangregorio a a s 38.

74. D Bjerke "Ekonomi sättes främst när dator ritar fabrik" *Ny teknik* nr 41-42/1973 s 6.

75. *Perspektiv* . . . kap 33-34 ger exempel på de svårigheter som uppstår när en utanförstående systemman skall systematisera konstruktörernas personliga kunskaper och arbetsrutiner för att utifrån det bygga upp ett dataprogram till vilket de enskilda konstruktörerna sedan måste samordna och anpassa sin metodik. I M Cooley "Computerization - Taylor's Latest Disguise"

Economic and Industrial Democracy vol 1 nr 4 (nov 1980) s 535ff pekade dock på att CAD kan användas för att öka, ej minska konstruktörens kunskande och självständighet.

76. Leesley a a s 230.

77. Ibid.

78. TT 1973:9 s 18.

79. Leesley a a s 229.

80. R Rothwell & W Zegveld *Technical Change and Employment* London 1979 s 120; citatet från kap 8 ovan.

81. Ibid s 120f.

82. Se Andersson m fl a a; Leesley a a s 230; Cooley a a s 238; Hales a a s 107ff.

83. Cooley a a s 239.

84. TT 1975:6 s 36.

85. Cooley a a s 239.

86. Ibid s 241.

87. Ibid s 240; Rothwell & Zegveld s 121.

Kapitel 10

1. Kapitlet är en omarbetning av en artikel i nr 3-4/1977 av *Sociologisk forskning*. Sedan dess har ytterligare material kommit till min kännedom och ett par analyser av samma område har publicerats, fr a Johansson a a och De Geer a a.

2. För föregångare till taylorssystemet se L Jenks "Early Phases of the Management Movement" *Adm. Sc. Quarterly* dec 1960 s 421-447. de Geer a a s 71ff anger som utländska källor till den svenska rationaliseringsrörelsen fr a taylorismen, den moderna psykologin (t ex psykoteknik), den moderna företagsekonomi. I Sverige utgavs en mängd skrifter, se t ex E A Forsberg *Industriell ekonomi* 1919; H Nieckels & T Sällfors *Modern verkstadsorganisation enligt den vetenskapliga arbetsledningens principer* 1921; A Engblom *Industriell organisation enligt den rationella arbetsledningens principer* 1922; J A Carlsson *Industrins rationalisering. En praktisk handbok* 1929; O Kärnekull *Modern arbetsledning* 1921.

3. F W Taylor *Rationell arbets-*

ledning Stockholm 1913.

4. de Geer a a samt ett pågående forskningsarbete av A Johansson m fl vid ekonomisk-historiska institutionen i Uppsala. I fortsättningen följer jag fr a arbetsgivarnas och de tongivande ingenjörernas resonemang.

5. TT nr 28/1894 s 151. Resonemanget hämtat fr a från C Palloix "Le procès de travail. Du Fordisme au neo-fordisme" *La Pensée* nr 185 (1976) s 40ff.

6. Marx talar i *Kapitalet I* s 357 om att tiotimmarsdagens intensivare arbetstimmar kunde komma att innehålla "lika mycket eller mera utgiven arbetskraft än tolvtimmarsdagens mera 'porösa' timmar".

7. Johansson a a s 23.

8. *Arbetsstatistik A.10* Arbetstidens längd inom industri och handverk i Sverige) Stockholm 1906 s 206.

9. Otto Bauer a a s 76f diskuterar detta som ett internationellt problem efter första världskriget och ryska revolutionen.

10. Johansson a a s 91 och 113.

11. Björkman a a s 19.

12. Se kap 2.

13. L Jörberg *The Industrial Revolution in Scandinavia* London 1970 s 83.

14. *Verkstadsminnen* s 236f.

15. J Kuuse "Foreign Trade and the Breakthrough of the Engineering Industry in Sweden 1890-1920" *Scand. Ec. Hist. Rev.* vol XXV nr 1 (1979) s 5f.

16. "Industriell stormaktsställning och dess förutsättningar" *Industria* nr 14/1908 s 27f.

17. Kuuse a a s 14 och 28.

18. O Sillén "Moderna sträfvanden inom svensk fabriksorganisation" TT nr 8/1917 s 65; H Hising "Det svenska rationaliseringsproblemet i dess internationella sammanhang" *Affärsekonomi* nr 7/1928 s 11. Mångsyssleriet kritiserades av många, se t ex N Fredriksson & Palmgren *Arbetsintensitet och verkstadsorganisation* Stockholm 1908. Se även G Styrman *Verkstadsföreningen 1896-1945* Stockholm 1946 s 27.

19. Gårdlund *Bolinders* s 197. Se också N Fredrikssons föredrag "Den svenska verkstadsindustrins nuvarande

läge" samt den efterföljande diskussionen vid Sveriges Maskiningenjörsförenings extra stämma 14/6 1913.

20. N Fredriksson "Arbetsledning och arbetsintensitet" *Verkstäderna* 1909 s 124.

21. Fredriksson & Palmgren a a s 5.

22. Klagomålen över arbetsintensiteten måste ses som ett led i en ideologisk offensiv mot arbetarrörelsen. Verkligheten var mer komplicerad. Arbetsidan förnekade bestämt att arbetsintensiteten var låg. I *Göteborgs Handels- och Sjöfartstidning* publicerades 1909 en rad svar på en rundfråga angående arbetsintensiteten i Sverige, där bl a en yrkesinspektör K J Larsson den 5/2 hävdade att "om än här och hvar arbetsintensiteten icke varit monstergill, har dock mycket af hvad som offentligt uttalats om särskilt arbetarnas minskade prestationer icke saknat öfverdrifter." E Sylwan fann i sin *Arbetsintensiteten i Sveriges tryckeriindustri* Stockholm 1910, som gjordes för Nationalföreningen mot Emigrationens räkning, att arbetsintensiteten i den grafiska industrin var "efter europeiska mått fullt tillfredsställande" (s 95). K Petander visade i *Arbetsintensiteten inom Sveriges Mekaniska Verkstadsindustri* Stockholm 1916, också för Nationalföreningen mot Emigrationen, att arbetsintensiteten under åren 1900 till 1910 hade stigit med i medeltal 2% per år medan arbetslönerna åtminstone för perioden 1908-13 inte hållit jämna steg med den utvecklingen (s 88 och 158). Se även Johansson a a s 101ff.

23. *Sveriges Verkmästaretidning* 1909 s 12.

24. G Laurell "Arbetsintensitet och arbetsledning" TT nr 34/1911 s 265. För den amerikanska rationaliseringsrörelsens mer brutala syn på arbetaren se B Palmer "Class, Conception and Conflict" *URPE* Summer 1975 s 35ff.

25. *Verkstäderna* nr 4/1906 s 70ff.

26. GAJ "Arbetareorganisationerna och prestationsbegränsningen" *Industria* nr 24/1910 s 843. GAJ torde vara identisk med dåvarande psykologidocenten, sedermera professorn G A Ja-

derholm.

27. Ibid.

28. *Verkstäderna* 1909 s 123.

29. Ibid s 121.

30. Edwards a a s 113 diskuterar de ändrade kontrollformerna. *Verkstäderna* juli 1924 s 129f samt nr 11/1922 pekar på denna utveckling för Sveriges del.

31. Se t ex *Kommunistiska manifestet* s 25; *Kapitalet I* s 289.

32. V Alex-n "Arbetsintensitet" *Verkmästaren* nr 3/1919 s 100.

33. Ibid.

34. G A Blume "Effektivt arbete och vetenskaplig arbetsdrift" *Sveriges Verkmästaretidning* 1913 s 21.

35. Se t ex N Th Jönsson "Taylor-systemet. Ett inlägg av en arbetare" *Tiden* 1914 s 148f samt signaturen A U "Sveriges mekaniska industri nu och i framtiden" *Metallarbetaren* nr 26/1918 som rekommenderar de svenska verkstadscheferna och arbetsledarna ett ingående studium av "frågan om modern och rationell drift", t ex av taylor-systemet för att slippa den vanligaste typen av svenska verkmästare och förmän: "oxmotare med piskan i hand, tröga, långsamma och inskränkta /och/ absolut övertygade om sin egen överlägsna kompetens".

36. N Fredriksson "Varmed skola vi öka vår konkurrenskraft?" (Föredrag i Skånska Ingenjörsklubben i Malmö 28/3 1908) i *I det praktiska livets tjänst* Stockholm 1925 s 142f (min kursiv).

37. A E Fristedt "Disciplin" *Verkstäderna* april 1922 s 90.

38. Landes a a s 306; Bauer a a s 60ff.

39. Kärnekull a a; Dahmén a a; se kap 3 och 8 i denna bok.

40. *Kapitalet I* s 358; Bauer a a s 10; *Verkstadsminnen* s 46.

41. GAJ "Arbetareorganisationerna och prestationsbegränsningen III" *Industria* nr 26/1910 s 928.

42. R Hyman *The Workers Union* 1971 s 40f, citerad i Elger a a s 82; se även de Geer a a s 64ff angående problemet med de yrkesskickliga arbetarna som försvann utomlands.

43. Landes a a s 306.

44. "Ackordsarbetets framtid"

Verkstäderna februari 1925 s 25.

45. *Industrialismens samhälle* s 353.

46. GAJ "Arbetsreorganisationerna och prestationsbegränsningen VII" *Industria* nr 2/1911 s 60.

47. "Viklunds Veloc, de dåliga tiderna och arbetsintensitetens uppmuntran" *Socialdemokraten* 21/12 1908.

48. *Verkstadsminnen* s 79. Se även E J Hobsbawm *Labouring Men* London 1954 samt Styrman a a s 302ff för arbetsgivarnas syn.

49. Taylor a a s 14f.

50. *Sveriges Verkmästaretidning* 1913 s 21.

51. Forsberg a a s 231.

52. G A Jaederholm "Vetenskaplig arbetsledning" *Industria* nr 22/1919 s 879f (kursiv i originalet).

53. *Sveriges Verkmästaretidning* 1913 s 21.

54. Taylor a a s 20ff.

55. Ibid s 15.

56. *Sveriges Verkmästaretidning* 1913 s 21; *Verkstäderna* 1909 s 122.

57. *Verkstäderna* 1909.

58. *Sveriges Verkmästaretidning* 1913 s 22; Fredriksson & Palmgren a a s 5f.

59. S I "Moderna metoder för styckearbete" TT 15/3 1902 s 85; se också Forsberg a a s 234.

60. Taylor a a.

61. H Hising "En tillämpning av de tayloriska metoderna inom statsförvaltningen" TT nr 36-37/1919 s 389.

62. A Engblom "Scientific Management" TT nr 29/1912 s 262; O Kärnekull "Människokraftens omorganisering" TT nr 2/1919 s 13ff.

63. Taylor a a s 20f.

64. *Industria* nr 22/1919 s 880; TT nr 36-37/1919 s 383.

65. Ibid.

66. En skribent (G H-r) i *Sveriges Verkmästaretidning* 1913 ansåg visserligen att arbetsintensiteten borde höjas, men att taylorssystemet var ett trusterernas eget system: "Då förstudier och införande kosta en förmögenhet, så är det endast de rika fabrikanterna som kunna använda sig af detsamma. De mindre . . . bli således efter och uppslukas af de stora trusterna" (s 44).

Verkmästare P A Norling skrev under titeln "Storindustrin i Sverige" i *Verkmästaren* nr 7/1921 om hur storindustrin urartat genom "överorganisation och opersonlighet . . . Verkmästare och förmän hava ej annan funktion än att skriva ut kort och skaffa fram gods, ty alla ackord äro satta på kalkylkontoret. Även de olika operationerna äro därifrån angivna. De gå bara och se till, att arbetet force-ras . . . Det enda saliggörande för industrien är att pressa ned ett arbetstempo med några sekunder" (s 248-250). Under samma period public-rades också ett stort antal positiva redogörelser för taylorssystemet i de nämnda tidskrifterna. Se även Bauer a a s 105f och 117ff för de arbetsledarbefogenheter som förändrades i och med taylorssystemet.

67. T ex Engbloms inlägg i TT nr 29/1912; R E Flanders "Vetenskaplig verkstadsdrift ur social och ekonomisk synpunkt" *Verkstäderna* 1912 s 214ff.

68. Se t ex *Affärs ekonomi* nr 7/1928 som pekar på det amerikanska inflytandet. Jfr C S Maier "Between Taylorism and Technocracy" *Contemporary History* vol 5 nr 2 (1970) s 27-62 för den europeiska scenen i stort. Det amerikanska rationaliseringsinflytandet ersattes för Sveriges del på 1930-talet delvis med ett tyskt, se de Geer a a s 216 och 237.

69. Nieckels & Sällfors a a s 91.

70. N F "Några reflektioner i anledning af storstrejken" TT nr 41/1909 s 263f. Han föreslår att det bildas "en samhällelig skyddsskär med neutrala tekniker som kärna /för att/ neutralisera verkningarna af de stora arbetsnedläggelserna och därigenom till sist göra dessa så litet effektiva, att de icke vidare tillgripas".

71. A Engblom "Ingenjörens speciella sociala uppgifter" TT 22/11 1924 s 455.

72. O Kärnekull "Ordna ditt företag så att det blir känsligt för den enskilde mannens arbetsprestation" TT 17/7 1920 s 337 och 338.

73. TT nr 29/1912 s 262.

74. Forsberg a a s 234.

75. N Fredriksson "Den svenska industrins utveckling och ingenjörernas

insats däri" TT 5/10 1920 s 498. Se även S Carlsson *Företagsledning och företagsledare* Stockholm 1945 s 97 som visar att av de 25 viktigaste industriledarna 1905-09 hade tre utexaminerats från en teknisk högskola och fyra från en bergsskola eller lägre teknisk skola.

76. Ibid.

77. Forsberg a a s 12.

78. TT nr 41/1909 s 264.

79. Fredriksson & Palmgren a a s 5f.

80. O Kärnekull "Kropparbetarens arbetstempo och härmad sammanhängande frågor på arbetsmarknaden" TT 1918 s 209.

81. Nieckels & Sällfors a a s 152.

82. de Geer a a s 350. För utvecklingen fram till 1928 se K Jonsson "Taylorismen och svensk arbetarrörelse 1913-1928" *Arkiv* nr 19-20.

83. P Sundgren "Införandet av MTM-metoden i svensk verkstadsindustri 1950-56" *Arkiv* nr 13-14.

84. L Gunnarsson *Har arbetsstudien en framtid?* Stockholm 1971. Figur 10:1 är hämtad därifrån, s 34.

85. Se kap 7, figur 7:4.

86. Denna diskussion är mycket omfattande idag. Se referenserna vid diskussionen om den fjärde traditionen i kap 4.

Kapitel 11

1. Ingenjörer och tekniker har av svenska sociologer och historiker betecknats som "tjänstemän" (F Croner, E Dahlström), som "professionella" (Runeby), som "mellanskikt" (Therborn). Internationellt förekommer dessa bestämningar och några till: "ny arbetarklass" (Mallet); teknostruktur, teknokrater (Galbraith resp. Meynaud), "nya intellektuella" (Bon & Burnier), ny småbourgeoisie (Poulantzas), en grupp med "motsägelsefull ställning" inom den "nya medelklassen" (E O Wright) osv. Ibland har de setts som drivande krafter i samhällsutvecklingen (Bell, Touraine), ibland som marginala (Layton, M S Larson), ibland åter som "ambivalenta" (Hortleder).

2. Ingenjörer är vad de Solla Price

kallar "papyrophobic" — de fäster sällan i tal eller skrift sina uppfattningar om sig själva och världen. Jag är medveten om att det därför blir toppen på isberget som framställs, men har försökt göra en så mångsidig och uttömmande genomgång som möjligt av det tillgängliga materialet, samt koncentrerat mig på de viktigaste händelserna och på information som entydigt pekar i viss riktning.

3. J Körner "Teknisk yrkesetik" TT 17/11 1928 s 427. Teknologföreningens debatt om "Riktlinjer för ingenjörens och arkitektens lojala uppträdande under sin yrkesutövning gent emot allmänhet och kolleger" uppskötts ett flertal gånger. Förslaget bemöttes med opposition från en del håll, enligt A F Enström (TT 2/3 1929) som varit med om att utarbeta det. Kritikerna menade att det var onödigt att kodifiera det "självklara" — samtidigt som de, enligt Enström, "kanske har en misstanke att när allt kommer omkring så har det måhända i praktiken ibland sina svårigheter att samvetsgrant foga in levernet i samklang med läran" (ibid s 131). Enström ville trycka på "gentlemanen" som ett ideal för teknikerna och Teknologföreningen. Han såg "ingenjören som alldeles särskilt ägnad att företräda och propagera självbehärskning i fråga om egna intressen, lojalitet, absolut korrekthet i yrkesutövning och affärer såväl som rättvisa och opartiskhet i de sociala intressesamförhållningarna" (ibid s 132).

4. R Perrucci & J Gerstl "Professions without community" i R Perrucci & J Gerstl (red) *The Engineers and the Social System* New York 1969 s 11. M S Larson *The Rise of Professionalism* Berkeley 1977, diskuterar kritiskt professionsbegreppet bl a för en analys av ingenjörerna.

5. Runeby a a s 97.

6. TT 17/6 1911 s 190.

7. Ibid.

8. Runeby a a s 278.

9. Ibid.

10. Se t ex "Om teknikernas ställning i Sverige och deras uppfostran" TT 1889 s 2ff; TT 1885 s 166.

11. Mandel a a; S Wibe "Monopol och monopolkapitalism" *HfKS* nr 7-8/

1976 s 5-41. Se även "Betänkande och förslag av 1906 års kommitté om den högre tekniska undervisningen" TT 11/6 1908 s 205.

12. Runeby "Americanism . . ." s 21ff.

13. H N P "Moderna ingenjörer" TT 20/2 1909 s 39.

14. Ibid; Go on "Till frågan om besättandet av chefsposterna vid statens och kommuners tekniska verk" TT 18/1 1908 s 17.

15. F Vilh Hansen "Ingenjörens ställning i samhället" TT 4/8 1917 s 33.

16. Runeby *Teknikerna* . . . s 86ff.

17. "Svenska Teknologföreningen och landets teknikerkår" TT 1/9 1906 s 205.

18. Ibid s 206.

19. Ibid s 205.

20. Debatten finns refererad i TT 29/5 samt 5/6 1909.

21. de Geer a a s 69f.

22. Nordlund i TT 17/6 1911 s 191f.

23. Forsell TT 23/6 1911 s 201. Hela diskussionen finns i TT 17/6 och 23/6 1911.

24. Magnell TT 17/6 1911. Magnell tillhörde dem som ansåg att föreningens vetenskapliga inriktning gett den "ett stadgadt anseende såsom auktoritet uti tekniska frågor" — en auktoritet som skulle sättas på spel om man lämnade "den rena teknikens område". I debatten 1909 underströk han att "hvad jag aldrig kan vara med om, är att vi skulle ombilda föreningen till en *industriidkareförening*, hvilket enligt mitt förmenande vore att underskrifva svenska Teknologföreningens dödsdom" TT 29/5 1909 s 142.

25. O Nycander TT 17/6 1911 s 190.

26. Ibid.

27. Decker TT 17/6 1911 s 193.

28. Nycander TT 25/6 1911 s 201.

29. Ibid.

30. "Den högre tekniska undervisningens ordnande. Betänkande och förslag avgifvet af 1906 års kommitté" TT 11/7 1908 s 205ff; Förhandlingar vid Sv. Teknologföreningens årsmöte, 22/5 1909.

31. Riksarkivet komm. nr 14.

32. Althin *KTH* . . . s 25ff.

33. Se TT 14/2 1912 s 433f; de Geer a a s 166.

34. O Smith "Den mekaniska verkstadsindustrins fordringar på Tekniska Högskolan" särtryck ur TT h 12-16/1913 från årsmötet 14/3 1913 s 18ff.

35. Ibid samt inlägg i a a på s 33, 43f (Forsberg) och 51f (Nordlund).

36. Nordlund vid ett diskussionsmöte, anordnat av Sveriges Industriförbund 30/11 och 1/12 1910, Sveriges Industriförbund, diverse publikationer nr 1 s 16. Jfr signaturen "Go on" TT 18/1 1908: "De tider äro förbi, då ingenjörens arbete hufvudsakligen bedömdes efter elegansen i af honom utförda konstruktioner eller efter den lätthet, med hvilken han tillämpade vetenskapens nyaste uppslag i lösandet af sina uppgifter. Ingen anläggning, huru genialiskt projekterad och utförd den än må vara, betecknas numera såsom ingenjörsmässigt fulländad, för så vida icke kostnaderna för densamma stå i lämpligt förhållande till det ändamål, för hvilket den tillkommit" (s 18). Vi ser här en delvis ny definition av teknisk optimalitet; jfr diskussionen ovan i kap 5.

37. Ibid (Nordlund).

38. H Hammar "Sunt förnuft är en förnämlig råvara" *Ledarskap* årg 11 nr 1 (1937) s 7.

39. Ibid.

40. *Särtryck ur TT/1913* s 35f.

41. Ibid s 49.

42. TT 4/8 1917 s 331 ser tillbaka på argumenten.

43. C J Magnell *Hvad göres för undervisningen i ekonomiska ämnen vid K Tekniska Högskolan?* Inledningsföredrag vid offentligt diskussionsmöte om undervisningen vid högskolan 15/2 1913.

44. Ibid s 26f.

45. G Holmberger "Industriens kraf på ingenjörsutbildningen vid Tekniska Högskolan" TT 21/12 1912 s 435f.

46. Ibid s 436.

47. Se not 36.

48. de Geer a a kap 8.

49. Det är den slutsats som dras av direktör S Westerberg vid Tekniska

Förbundets i Borås högtidssammanträde 3/5 1941, "Ingenjören och samhället" s 14. Han fruktade dock en tillbakagång p g a den ringa respekten för "sakkunskapen" inom politik och byråkrati (s 14ff). Se vidare kap 12 nedan.

50. Genom att T Sällfors kallades till professuren underströks de generella rationaliseringsaspekterna på bekostnad av de merkantila och ekonomiska. de Geer a a s 175ff.

51. TT 4/8 1917 s 331; se även kap 6 ovan.

52. Detta framkommer i de utredningar som gjordes i samband med 1939 års Utredning om det högre tekniska undervisningsväsendet, Riksarkivet komm nr 825.

53. Bl a därför förespråkade E A Forsberg i debatten om tekniska högskolans omorganisering (TT 22/5 1909) att en gallring borde ske före inträdet till Tekniska Högskolan. Därvid kunde ett "ingenjörsproletariat" undvikas (s 132f). Se även not 23.

54. NF "Några reflektioner i anledning af storstrejken" TT 9/10 1909 s 263.

55. Ibid s 264.

56. E A Forsberg "Några reflexioner i anledning af storstrejken" TT 16/10 1909 s 267f. De följande citaten är från s 268.

57. Rd 1918:2:2:10:1 s 485-517.

58. Se Appendix.

59. *Från Svenska Bruk* häfte 8, 1929; C G Malmström *Svenska Industritjänstemannaförbundet 1920-1945* Stockholm 1945 s 131.

60. Några av verkstadsföreningens medlemmar reagerade, liksom delar av högerpressen. Tjänstemän inkallades en efter en till cheferna för "förhör" och anmodades lämna förbundet. *Verkstädernas* januarinummer 1931 frågade om "verkstadsledaren inte ens i sin närmaste omgivning skall kunna ha personer, på vilka han med fullt förtroende kan lita?" Den liberala pressen ställde upp på SVTs sida och medlemsantalet ökade p g a publiciteten. H Wermelin *SIF Eskilstuna 25 år* Eskilstuna 1946 s 11f; Malmström a a s 65ff.

61. Malmström a a s 20.

62. Enligt 1930 års folkräkning utgjorde dessa 76% av samtliga ingenjörer, tekniker, ritare inom industri och hantverk, eller 8 890 personer av 11 694 *Folkräkningen 1930* tabell 11.

63. *Industritjänstemannen* jan 1933 s 16; se även H Rydberg *Våra anställningsvillkor och SIF* Stockholm 1937 s 18ff, som pekade på tjänstemannakårens proletarisering genom att företagen, p g a det ökade antalet tjänstemän, sökt hålla nere deras löner. De förbättringar som uppnåts på 1920-talet övergick 1930 till kraftiga lönesänkningar. Jfr *SOS Lönestatistik Årsbok* 1947 tabell 48 som visar en lönesänkning 1929-35 och en stagnation under hela 30-talet för bl a teknisk personal.

64. SVT juli 1929.

65. Wermelin a a s 10ff.

66. *Industritjänstemannen* okt 1932 s 5.

67. Ibid.

68. Inom SIF fanns 1944 ca 700 civilingenjörer organiserade; *Industritjänstemannen* 1944 s 202. Olsson 1939 s 36 anger 7 313 kvarlevande KTH- och Chalmersingenjörer år 1939. Antalet torde ha ökat med ca 1 000 fram till 1944.

69. O Albert-Waaler *Den svenska högskoleingenjören* Göteborg 1923 s 97. Svenska Teknologföreningens undersökning finns publicerad som dess Handlingar nr 132 Riksarkivet Sv. Teknologföreningen Huvudarkiv A II vol 38.

70. Ibid (Albert-Waaler) s 103.

71. Ibid. Jfr TT 1/5 1920 s 210 samt 26/4 1930 s 244: "Ingenjören... har att tjäna tre herrar, som alla hava det gemensamma kravet att deras intressen på bästa sätt skola gagnas, han skall bereda delägarnas kapital avkastning och vinst, arbetarna deras arbetes lön och kunderna en... tillfredsställande nyttighet."

72. Förslaget väcktes av civilingenjör Sven Norberg och Tekniska Föreningen i Västerås år 1920. Det diskuterades vid årsmötet 1920 (se TT 1/5 1920 s 209-215). En utredning tillställdes, som kom med ett *Betänkande*

med förslag till bildande av ett svenskt ingenjörsförbund Stockholm 1921 (se även TT 19/11 1921 s 457). Föreningen ansågs behövas därför att arbete och kapital hade ekonomiska intresseföreningar, medan ingenjörs kåren som representerade den tredje komponenten i industrin, *kunskapen*, saknade sammanslutning. "En dylik behövs för att åvägabringa jämvikt inom det industriella livet, för att hävda ingenjörs kårens ställning till både kapital och arbete . . . Ingenjörer av olika slag skola samlas kring . . . intresset att försvara, stärka och utveckla den särställning som deras kunskaper och förmåga på det tekniska området berättiga dem till." Det kan noteras att både löntagare och arbetsgivare skulle ingå i föreningen, bl a därför att de se senare rekryterades från ingenjörens led, och dessutom borde göra så än mer i fortsättningen. "Skrivelse från Tekniska Föreningen i Västerås" TT 21/2 1920 (s 88).

73. Ingenjörernas löne- och arbetslöshetssituation utreddes av Teknologföreningen, se TT 15/11 1924, 24/1 1925, 20/6 1925, 19/9 1925, 9/1 1926. 1920-talskrisen drabbade troligen högskoleingenjörerna mindre hårt än de med lägre utbildning. De högre utbildades andel i de i SOU 1935:52, tabell 8 redovisade företagen gick upp under 1920-talets början. Efter krisåren tycks man ha återgått till att anställa tekniker med högre utbildning. Även TT 15/11 1924 påpekade att högskoleingenjörerna p g a relativt gynnsam familjebakgrund, kontakter, tillfällig uppdragsverksamhet, utlandsverksamhet o dyl lättare kunde klara sig ur krisen än arbetarna (s 445). I debatten 1920 hävdades bl a att ett ingenjörsförbund med ingenjörer, afärsmän och industridkare skulle kunna spela en politisk roll gentemot socialdemokratien. En talare framhöll att Teknologföreningen borde förhindra en facklig anslutning av tjänstemännen. Sådana "olämpliga sammanslutningar" befarades kunna "ställa till mycket onödigt trassel" (TT 1/5 1920 s 212). Det kan noteras att alla önskemål från de lägre teknikernas sida om ett gemensamt riksengenjörsförbund bemötts

kallsinnigt av de högutbildade ingenjörerna och Teknologförbundet. Se *STI-Ingenjören* dec 1943 s 1.

74. E Dahlström *Tjänstemännen, näringslivet och samhället* Stockholm 1954 s 84ff. Debatten TCO/SACO framkom i många inlägg på 1950-talet i deras resp tidskrifter.

75. Se Torstendahl *Dispersion* . . . kap 9 för en diskussion om konkurrensen med andra utbildningsgrupper om toppjobben inom industrin. Teknikernas dominans på toptjänsterna bröts efter andra världskriget. Se Sven Dahlström "Innovationerna . . ." s 83; E Bolin & L Dahlberg *Dagens stora företagsledare* Stockholm 1975. Civilingenjörernas befordringsmöjligheter minskade drastiskt på 1960-talet, hävdade *Industritjänstemannen* 11/11 1966 s 11; se även O Rydh & G Österberg *En empirisk studie av anpassningsmekanismer på arbetsmarknaden för personer med längre utbildning* SOU 1971:62 s 187-299.

Kapitel 12

1. L Sköld & A Halvarson "Riksdagens sociala sammansättning under 100 år" *Samhälle och Riksdag Del I* Uppsala 1966 s 375-452, särskiljer ej ingenjörer från övriga tjänstemän eller utbildningsgrupper. I Westerbergs anförande (se kap 11 not 49) blickas med saknad tillbaka på den tid då tre ingenjörer (Gösta Malm, Sven Lübeck, K J Beskow) på en gång satt i Sveriges regering, eller "ännu längre tillbaka när Sveriges riksdag till stor del bestod av representanter för industri och bergsbruk" (s 14). På 1960-talet "representerades" civilingenjörerna i riksdagen bara av avdelning L, lantmätare, något som beklagades (*CF-tidskriften* nr 13/1967 s 152).

2. Industrins civilingenjörer har idag följande politiska hemvist m:50%, fp:20%, c:11%, s:19%, enligt olika Sifo-undersökningar 1969-76; H L Zetterberg "Attityder till tekniken" i P Sörbom (red) *Attityder till tekniken* Stockholm 1978.

3. L Lewin *The Swedish Electorate*

1887-1968 Stockholm 1972 s 170f.

4. B Hård "Teknisk etik" TT 14/5 1969 s 405.

5. Ibid.

6. R Liljeblad 11/2 vid diskussion inom Sv. Teknologföreningen angående "Ingenjörens uppgifter i depressionstider" Riksarkivet.

7. G Hortleder *Ingenieure in der Industrie-gesellschaft* Frankfurt am Main 1973 s 33f.

8. O Åkerman "Behövs ingenjören i politiken?" TT 30/8 1947 s 637. Utanför sitt gebit, menade Åkerman, var ingenjören "trots sitt yrke oftast ytterst konservativ".

9. Se not 7.

10. *Industritjänstemannen* okt 1950 s 264. År 1947 kritiserades teknikerna av G Beskow i TT 30/8 s 629 för att människan för dem traditionellt endast ingått "i form av dagsverken . . . och omtanken om faktorn människan har varit likartad med exempelvis omtanken om faktorn brännolja, dvs strävan till effektivast möjliga utnyttjande".

11. A Engblom "Våra ingenjörer måste göra en kraftig insats i ekonomiska och sociala angelägenheter" TT 7/5 1921 s 210.

12. Se not 8. I *Industritjänstemannen* okt 1933 s 145 ansåg signatören A B det politiska livet vara "direkt motbjudande /speciellt för de tekniskt utbildade tjänstemännen/ vana som de från sitt dagliga liv äro att behandla och lösa sina problem i en helt annan anda av saklighet och nykter prakticitet".

13. Westerberg 1941 (se not 49 kap 11) s 14.

14. Se not 4.

15. TT 21/1 1922.

16. Se not 13, s 16. Jfr professor Velander i debatt 1932 (se not 6) som hävdade att näringslivet gnisslade i fogarna, var det "en uppgift även för ingenjören att med sin . . . upptränade förmåga att studera, mäta, väga och kalkylera . . . att använda sin intelligens, sin arbetsförmåga på att se till vad det är för felaktigheter som göra att hela näringslivets maskineri arbetar på ett så otillfredsställande sätt."

17. Min diskussion är i huvudsak

hämtad från L Winner *Autonomous Technology* Cambridge & London 1977, kap 4; D Elliott & R Elliott *The Control of Technology* London 1976 kap 3; T A Baylis *The Technical Intelligentia and the East German Elite* 1974 s 1ff.

18. TT 20/2 1909 s 39.

19. Ibid; se även TT 9/10 1909.

20. Ibid. Se ovan kap. 11.

21. Se "Om teknikernas ställning i Sverige och deras uppfostran" TT 1889 s 2ff, liksom kap 11 ovan.

22. "Tekniken, teknikern och människan" *Industritjänstemannen* okt 1950 s 264.

23. TT 30/8 1947 s 637; se även E Hylander "Är Planertz ingenjör? Bidrag till en yrkeskaraktäristik" TT 15/6 1935 s 241f samt S A Hansson "Exit Planertz" TT 10/8 1935 s 314f.

24. I Schwalbe "Utbildas teknologerna till andliga robotar?" TT 8/10 1949 s 723f; J P Klus *Comparative Study of Swedish Higher Education in an International Perspective* Stockholm 1979 s 57ff.

25. Zetterberg a a s 29f. Jfr den diskussion som följde på Sten Söderbergs inlägg "Yrkeskunniga barbarer" *Industria* nr 9/1955.

26. TT 20/2 1909 s 40; i TT 12/6 1909 s 169 refereras även till "den strid mellan ingenjörer och jurister som under de senare åren alltmer uppfammat".

27. I Svedberg "Ingenjören och samhället" TT mars 1909 s 3.

28. TT 20/2 1909 s 39.

29. TT 29/5 1909 s 139.

30. TT 21/1 1922; se även TT 4/8 1917 s 330f.

31. Ibid. Klagomål förekom dock fortfarande: se Albert-Waaler a a s 104; TT 7/5 1921 s 209f.

32. O Cyrén "Teknikernas ställning i det offentliga livet" TT 24/1 1920 s 43.

33. Ibid.

34. Ibid. Jfr A Engblom "Ingenjörernas speciella sociala uppgifter" TT 22/11 1924 s 456, där ingenjörerna uppmanas att lämna sin neutralitet och genom politiskt deltagande och en målmedveten upplysningsverksam-

het försvara de "värden, vunna under generationers hårda intelligensarbete" mot de arbetare som ville riva ner det bestående samhället. Dessa inlägg tillkom i samband med debatten om den sk industriella demokratin.

35. TT 20/2 1909 s 40.

36. Ibid.

37. de Geer a a s 32.

38. E Layton "Veblen and the Engineers" *American Quarterly* vol XIV nr 1 (Spring 1962) s 64.

39. T Veblen *The Engineers and the Price System* New York 1921 s 134.

40. Citerad i Layton a a s 66.

41. Ibid s 66ff.

42. Ibid s 70.

43. Ibid s 72.

44. Ibid s 70. Samtidigt uppstod en ingenjörselit, se Noble a a.

45. Beskrivningen av teknokratirörelsen från H Elsner Jr *The Technocrats. Prophets of Automation* Syracuse 1967.

46. D Senghaas "The Technocrats. Rückblick auf die Technocratiewegung in den USA" i C Koch & D Senghaas (hrsg) *Texte zur Technokratiediskussion* Frankfurt am Main 1970 s 282-292; Maier a a.

47. Elsner a a s 29.

48. Ibid s 138.

49. Ibid s 186ff.

50. G Settergren "Teknokrati. Ett amerikanskt slagord, dess innebörd och syfte" TT 3/6 1933 s 225-230. Samtliga citat från denna artikel. Fler referenser till teknokratirörelsen i TT 21/1 1933 och 25/3 1933.

51. Riksarkivet Sv. Teknologföreningens arkiv.

52. Se bl a den i not 6 nämnda debatten samt en debatt om "Vem skördar vinsten vid rationaliseringsarbetet?" 27/5 1932 (Riksarkivet).

53. TT 29/4 1933 s 170. Denna politiska kommentar gav upphov till en upprörd artikel av G Sundbärg i *Byggmästaren* nr 20 1933 "Fackmännens neutralitet", där han menade att TTs skribenter dokumenterade en halv-fascistisk åskådning, samt ett meningsutbyte mellan honom och T William-Olsson i *Byggmästaren* nr 26 och 32/1933. Också i TT 11/11 1933 framkommer motsättningar mellan TTs

skribenter och de mer radikala arkitekterna.

54. "Tjänstemän och politik" *Industritjänstemannen* sept 1933 s 125-127. Det är att märka, att också nationalsocialismen ratades, vilken "i så många vitala frågor intar en för svenska förhållanden orimlig ståndpunkt".

55. Ibid.

56. Ibid s 126f. Också *Metallarbetaren* nr 28/1933 menade att teknokraternas arbete var viktigt för att det belyste det nuvarande produktionsystemets avgidsidor.

57. "De politiskt husvillan" *Industritjänstemannen* okt 1933 s 144.

58. Ibid.

59. Ibid s 145.

60. *SIF Boforsavdelningen* 25 år Karlskoga 1956 s 15. Med denna lista ville man föra in teknisk och merkantil expertis i det kommunala arbetet. Man ansåg då "att de kommunala frågorna kunde och borde lösas utan hänsynstagande till de olika partiernas inställning till rikspolitikern" (s 14).

61. "Medelklassens trångmål" *Industritjänstemannen* maj 1941 s 140.

62. G Söderlind "Ingenjören och samhället" TT 30/5 1936 s 257ff.

63. Ibid s 260.

64. Elliott & Elliott a a kap 3.

65. O Åkerman "Ingenjören och samhället" *Civilingenjörförbundets tidskrift* 1955 s 92.

66. Ibid s 93.

67. *Civilingenjörförbundets tidskrift* 1956 s 58. Bl a föreslogs en övergång från parti- till personval.

68. Se t ex *Industritjänstemannen* okt 1950 s 263f. Denna tendens var dock tydligare under de omedelbara efterkrigsåren. Se TT 4/5 1946 samt ett flertal inlägg i TT 30/8 1947. Mycket starka krav på en ny moral som just ingenjörerna skulle leverera framkom i S Giertz-Hedström *Teknikernas ansvar inför den allmänna utvecklingen* Föredrag vid ett internt cementtekniskt möte, Stockholm 2/10 1946.

69. Se litteraturlistan.

70. Se t ex B Lorendahl "Teknokratin som styr vårt samhälle" *Svensk Politik* oktober 1972 s 8 samt "Det

efterindustriella samhället" *CF-tidskriften* nr 11/1969 som tar upp Chomsky, Christopher Lasch m fl. När VBB 1972 på nytt ger ut en historik över verksamheten kallas den (ironiskt?) *Teknokrat?*

71. Teknologföreningen ordnade 11/11 1969 en debatt om "Hur kan etiska värderingar påverka teknisk utveckling". Den refererades i *CF-tidskriften* nr 11/1969 s 282f. Samma år ordnades även en debatt på temat "Den goda tekniken", se TT h19 samt h 23/1969. Se även ett flertal inlägg i *Ny teknik* (tex i nr 20 och nr 33) där ffg en marxistisk analys av teknikernas arbete och positioner fördes fram.

72. Detta perspektiv har fr a framförts i USA. Se R Chalk & F von Hippel "Due process for Dissenting 'Whistle-Blowers'" *Technology Review* June/July 1979 s 49-55 samt Hannay & McGinn a a. I Sverige har H Broberg "Feg eller bara välanpassad?" TT h 18/1971 fört fram ett liknande perspektiv. 1976 kom en ny teknikdiskussion i TT, nr 11 och 13.

Kärnkraftsdebatten faller tidsmässigt utanför denna boks ramar, men se P Ragnarsson "Några synpunkter på teknikernas egna attityder" i Sörbom (red) *Attityder till tekniken* Stockholm 1978 s 127-137.

73. Se debatten mellan Sven Fagerberg och Teknologföreningens direktör Bertil Sjögren "Ingenjörerna måste byta världsbild för att bota det robotdrabbade samhället" *Ny teknik* nr 14/1972 s 8f. Se även B Berner *Kvinnor . . . om bakgrunden till intresset för fler kvinnliga ingenjörer*.

74. Ritti a a kap 2.

75. "På väg mot det postindustriella samhället. Ingenjören framtidens makt-havare?" *Ny teknik* jan 1974.

76. Ibid.

77. Ibid. Se även M Marien "The two Visions of Post-Industrial Society" *Futures* Oct 1977 s 415-431; E Tengström "Om samskap och sekundärekonomi. Ett svenskt framtidsscenario 1981-1994" i *Arbetslivsperspektiv för forskning om utbildning* UHÄ-Rapport 1980:9, s 287-323.

Referenser

Otryckt källmaterial

Riksarkivet

- Svenska Teknologföreningens Arkiv
Styrelseprotokoll med bilagor
Avdelning I, protokoll
Högre teknisk undervisning (1906)
Komm nr 14
Chalmers Tekn Institut (1919) Komm
nr 112
Chalmers Inst Högre avdelning (1934)
Komm nr 492
Högre tekniska undervisningen (1940)
Komm nr 825
Rationaliseringsutredningen (1936)
Komm nr 593
Rätten till arbetstagares uppfinningar
(1958) Komm nr 2147

Officiellt tryck, statistik, uppslagsböcker

- SOS Industri
SOS Högre Studier 1956/57
Folkräkningen 1930
Särskilda folkräkningen 1935/36
Folk- och bostadsräkningen 1975
Statistisk Årsbok
Lönestatistisk Årsbok 1947
Arbetsstatistik A:10, 1906
Rd 1918:2:2:10:1 Lägre teknisk undervisning
Information i prognosfrågor 1973:4,
1978:1, 1979:2
PM från SCB 1976:5
Svenskt Yrkeslexikon, del I, 1967
Bonniers Konversationslexikon 1923
Vetenskapsakademiens Årsbok 1953
Svenska arbetsgivareföreningen/Svens-

- ka Industritjänstemannaförbundet/
Sveriges Arbetsledareförbund/Hän-
delns Tjänstemannaförbund: Löne-
statistik för tjänstemän
Befattningsnomenklatur, Tjänstemän
1968, 1975.
SOU 1923:31 Tull och traktatkommit-
téns utredningar och betänkanden
XVIII (Linder).
SOU 1931:42 Arbetslöshetsutred-
ningens betänkande I, bilagor band
2 (Åkerman).
SOU 1935:52 Betänkande med under-
sökning och förslag i anledning av
tillströmningen till de intellektuella
yrkena.
SOU 1936:34 Utredning rörande de
svenska universitets- och högskole-
studenternas sociala och ekonomis-
ka förhållanden. Bil. till ovan-
stående. (Wicksell/Larsson).
SOU 1939:13 Rationaliseringsutred-
ningens betänkande del I. Motiv
och förslag.
SOU 1939:14 Rationaliseringsutred-
ningens betänkande del II. Verk-
ställda undersökningar.
SOU 1942:2 Utredning rörande den
tekniskt-vetenskapliga forskningens
ordnande. Del 1.
SOU 1943:34 Betänkande med utred-
ning och förslag angående den
högre tekniska undervisningen.
SOU 1943:35 Tabellbilaga till ovan-
stående.
SOU 1949:48 1945 års universitets-
beredning IV Studenternas sociala
ursprung m m (Moberg/Quensel).
SOU 1955:21 Tekniska skolutbild-
ningen. Betänkande av 1948 års

- tekniska skolutredning.
 SOU 1959:45 Universitet och högskolor i 1960-talets samhälle. 1955 års universitetsutredning.
 SOU 1971:62 Högre utbildning och arbetsmarknad (Rydh/Österberg).
 SOU 1977:64 SRUs stöd till teknisk forskning och innovation.

Litteratur

- Abrams, P., The Sense of the Past and the Origins of Sociology, *Past and Present*, nr 55, 1972.
 Adam, G., Introduction a un débat sur la nouvelle classe ouvriere, *Revue Francaise de Science Politique*, nr 3, 1972.
 Ahlström, G., Higher Technical Education and the Engineering Profession in France and Germany during the 19th Century, *Economy and History*, nr 2, 1978.
 Albert-Waaler, O., *Den svenske högskoleingenjören*, Göteborg 1923.
 Aglietta, M., *A Theory of Capitalist Regulation. The US Experience*, London 1979.
 Agrell, W., Rustningar och teknologisk utveckling, i Agrell, W. (red) *Det teknologiska uppvaknandet*, Stockholm 1980.
 Albinsson, G., *Svensk verkstadsindustri. Strukturer och utvecklingstendenser*, Uppsala 1961.
 Althin, T., *Gustaf de Laval 1845-1913. De höga hastigheternas man*, Stockholm 1943.
 – *Stockholms Superfosfat Fabriks AB 1871-1946*, Stockholm 1946.
 – *C E Johansson 1864-1943. Måttens mästare*, Stockholm 1947.
 – *Vattenbyggnadsbyrån 1897-1947*, Stockholm 1947.
 – *KTH 1912-1962*, Uppsala 1970.
 Anderberg, R., Grunddragen av det svenska tekniska undervisningsväsendets historia, *IVA-meddelande 5*, Stockholm 1929.
 Annerstedt, J., Några drag i den svenska statliga forskningspolitikens framväxt, i Dencik, P/Lundvall, B.-Å., *Arbete, kapital & stat*, Stockholm 1974.
 Attman, A., *Fagerstabrukens historia. 1800-talet*, Uppsala 1958.
 Attman, A./Olsson, U., *LM Ericsson 100 år*, Örebro 1976.
 Autorenkollektiv, *Klassenlage und Bewusstseinsformen technisch-wissenschaftlicher Lohnarbeiter*, Frankfurt/Main 1973.
 Balibar, E., Den historiska materialismens grundläggande begrepp, i Althusser, L./Balibar, E., *Att läsa Kapitalet*, del 2, Stockholm 1970.
 Banham, R., *Theory and Design in the First Machine Age*, London 1960.
 Baran, P./Sweezy, P., *Monopoly Capital*, Harmondsworth 1970.
 Bauer, O., *Rationalisering-felrationalisering*, Stockholm 1933.
 Baylis, T., *The Technical Intelligence and the East German Elite*, Berkeley 1974.
 Beer, J., Coal Tar Dye Manufacture and the Origins of the Modern Industrial Research Laboratory, *Isis*, nr 156 (1958).
 Bell, D., *The Coming of Post-industrial Society*, New York 1973.
 Ben-David, B., *The Scientist's Role in Society. A Comparative Study*, Englewood Cliffs 1971.
 Berglund, J.E./Pettersson, K.H., *Produktionens omvärld*, Lund 1972.
 Bernal, J.D., *Science in History. Volume 2*, Harmondsworth 1969.
 – *Science and Industry in the Nineteenth Century*, London 1970.
 Berner, B., 'Human Capital', Manpower Planning and Economic Theory: Some Critical Remarks, *Acta Sociologica*, nr 3, 1974.
 – *Kvinnor inom teknik och naturvetenskap*, Lund 1975.
 Betänkande med förslag till bildande av ett svenskt ingenjörsförbund, Stockholm 1921.
 Birr, K., *Pioneering in Industrial Research. The Story of the General Electric Research Laboratory*, Washington 1957.
 Björkman, T., De lönsamma arbetsmiljöerna, *Sociologisk Forskning*, nr 2, 1978.
 Blaug, M., Technical Change and Marxian Economics, *Kyklos*, 1960.
 Block, F./Hirschhorn, L., New Pro-

- ductive Forces and the Contradictions of Contemporary Capitalism: A Post-Industrial Perspective, *Theory and Society*, 1979.
- Bodman, G., *Chalmers Tekniska Institut 1829-1929*, Göteborg 1929.
- Bolin, E./Dahlberg, L., *Dagens stor-företagsledare*, Stockholm 1975.
- Bon, F/Burnier, M-A., *Les nouveaux intellectuels*, Paris 1974.
- Booker, P.J., *A History of Engineering Drawing*, London 1963.
- Borkin, J., *The Crime and Punishment of I G Farben*, New York 1978.
- Bosaeus, B., *Utveckling av produktion och teknik i svensk massa-industri 1857-1939*, Industrihistorisk skriftserie utgiven av Svenska Cellulosa och trämasseföreningarna, nr 4, Stockholm 1949.
- Bosquet, M., *Arbetslöshetens tidsålder, Zenit*, nr 59 (1979).
- Braverman, H., *Arbete och monopol-kapital*, Stockholm 1977.
- Two Comments, *Monthly Review*, nr 3, 1976.
- Brolund, B., *Mitt yrkesval*, Örebro 1964.
- Brynge, G., *Försprång genom offensiv produktutveckling, IVA-meddelande 228*, Stockholm 1979.
- Böhme, G./van den Daele, W./Krohn, W., The 'Scientification' of Technology, i Krohn, W./Layton, E.T. Jr./Weingart, P. (eds), *The Dynamics of Science and Technology*, Dordrecht 1978.
- Calvert, M., *The Mechanical Engineer in America 1830-1910*, Baltimore 1967.
- Cardwell, D.S.L., *The Academic Study of the History of Technology, History of Science*, 1968.
- *The Organization of Science in England*, London 1972.
- Carlsson, J.A., *Industrins rationalisering. En praktisk handbok*, Stockholm 1929.
- Carlsson, Stig, *Den sociala omgrupperingen i Sverige efter 1866, i Samhälle och Riksdag I*, Stockholm 1966.
- Carlsson, Sune, *Företagsledning och företagsledare*, Stockholm 1945.
- Chalk, R./von Hippel, F., *Due Process for Dissenting 'Whistle-Blowers'*, *Technology Review*, June/July 1979.
- Clegg, A., *Craftsmen and the Origin of Science, Science and Society*, nr 2, 1979.
- Cogoy, M., *Les théories néo-marxistes, Marx et l'accumulation du capital, Les temps modernes*, nr 314-315 (1972).
- Cohen, G.A., *Karl Marx's Theory of History. A Defence*, Princeton 1978.
- Cooley, M., *Impact of CAD on the Designer and the Design function, Computer-aided Design*, nr 4, 1977.
- *Computerization – Taylor's Latest Disguise, Economic and Industrial Democracy*, nr 4, 1980.
- Coriat, B., *Science, technique et Capital*, Paris 1976.
- *L'atelier et le chronometre. Essai sur le taylorisme, le fordisme et la production de masse*, Paris 1979.
- Croner, F., *Tjänstemännen*, Stockholm 1963.
- Cutler, T., *The Romance of 'labour', Theory and Society*, nr 1, 1979.
- Dahlkvist, M., *Staten, socialdemokratien och socialismen*, Lund 1975.
- *Att studera Kapitalet, första boken*, Köthen 1978.
- Dahlström, E., *Tjänstemännen, näringslivet och samhället*, Stockholm 1954.
- Dahmén, E., *Svensk industriell företagverksamhet. Kausalanalys av den industriella utvecklingen 1919-1939*, Stockholm 1950.
- De Geer, G., *Genombrottstider i Bergslagen*, Stockholm 1951.
- De Geer, H., *Rationaliseringsrörelsen i Sverige*, Stockholm 1978.
- Denison, E.F., *The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before Us*, New York 1962.
- Drucker, P., *Technological Trends in the Twentieth Century*, i Kranzberg, M./Pursell, C. Jr. (eds), *Technology in Western Civilisation II*, New York 1967.
- Edwards, R.A., *The Social Relations of Production at the Point of*

- Production, *The Insurgent Sociologist*, nr 2-3, 1978.
- Ekman, A./Jonasson, S., *Industri. Tjänstemän. Industritjänstemän*, Stockholm 1960.
- Elger, T., 'Valorisation and 'deskilling'. A Critique of Braverman, *Capital and Class*, nr 7.
- Elliott, D./Elliott, R., *The Control of Technology*, London 1976.
- Ellul, J., *The Technological Society*, London 1965.
- Elsner, H. Jr., *The Technocrats. Prophets of Automation*, Syracuse 1967.
- Elster, J., *Om Kapitalen*, Trondhjem 1969.
- Enfield, R., Marx and Historical Laws, *History and Theory*, 1976.
- Engblom, A., *Industriell organisation enligt den rationella arbetsledningens principer*, Stockholm 1922.
- Engels, F., Outline of a Critique of Political Economy (1844), i Henderson, W.O. (ed), *Engels: Selected Writings*, Harmondsworth 1967.
- Engellau, P., *Påhittigheten blockerad?*, Stockholm 1979.
- Enström, A., *Om det tekniskt-vetenskapliga forskningsarbetet i vårt land*, Stockholm 1918.
- Industrins forskningsverksamhet och rationaliseringen, *Svenska Teknologföreningens skriftserie* 9, 1931.
- Eriksson, G., *Kartläggarna*, Uppsala 1977.
- Fedoseyev, P., Social Significance of the Scientific and Technological Revolution, i *Scientific-Technological Revolution: Social Aspects*, London 1977.
- Fleron, F.J. (ed), *Technology and Communist Culture*, New York 1977.
- Forester, T. (ed), *The Microelectronics Revolution*, Oxford 1981.
- Forsberg, E.A., *Industriell Ekonomi*, Stockholm 1919.
- Fredriksson, N./Palmgren, A., Arbetsintensitet och verkstadsorganisation, i *Emigrationsutredningen*, Bilaga 15, Stockholm 1908.
- Fredriksson, N., *I det praktiska livets tjänst*, Stockholm 1925.
- Freeman, C., *The Economics of Industrial Innovation*, Harmondsworth 1974.
- Economics of Research and Development, i Speigel-Rösing, I/Price, D de S. (eds), *Science, Technology and Society*, London 1977.
- The Determinants of Innovation, *Futures*, June 1979.
- et al, Chemical Process Plant: Innovation and the World Market, *National Institute Economic Review*, August 1968.
- Freyssenet, M., *La division capitaliste du travail*, Paris 1977.
- Friedman, A., 'Självstyre under ansvar' kontra 'direkt kontroll': Företagsledningsstrategier under kapitalismen, *Zenit*, nr 59 (1979).
- Från idé till produkt*. Utgiven med anledning av Svenska uppfinnareföreningens 75-årsjubileum, Stockholm 1961.
- Första ingenjörshandboken*, del I, Halmstad 1951.
- Galbraith, J. K., *Den nya industristaten*, Stockholm 1969.
- Gallie, D., *In Search of the New Working Class*, Cambridge 1978.
- Garvan, A., Slide Rule and Sector: A Study in Science, Technology and Society, *Proceedings of the 10th International Congress of History of Science*, Paris 1974.
- Geo, G., *Begävninng och yrkesval*, Ljungby 1927.
- Giarini, O./Louberge, H., *The Diminishing Returns of Technology*, Oxford 1978.
- Gibbons, M./Johnson, C. Relationship between Science and Technology, *Nature*, July 11, 1970.
- The Roles of Science in Technological Innovation, *Research Policy*, 1974.
- Giddens, A., *The Class Structure of the Advanced Societies*, London 1973.
- Giertz, E./Andersson, J., *Industriell produktion*, Stockholm 1978.
- Giertz-Hedström, S., *Teknikernas ansvar inför den allmänna utvecklingen*, Föredrag 2/10 1946.
- Gorz, A., Teknologi och makt, i Berner, B./Callewaert, C/Silberbrant, H. (red), *Utbildning och arbetsdelning*,

- Malmö 1979.
- Greene, A.M. Why it makes sense to buy a CAD/CAM system, *Iron Age*, Sept 3, 1979.
- Groth, C., Teorien om profitratens långsigtade tendens til fald, Fremsettelse og kritik, *Nordisk tidsskrift för politisk ekonomi*, nr 3, 1975.
- Gunnarsson, L., *Har arbetsstudier en framtid?* Stockholm 1971.
- Att förändra arbetsprocessen, Lund 1980.
- Gårdlund, T., Teknik och tekniker i den tidiga svenska verkstadsindustrin, *Ekonomisk tidskrift*, 1940.
- *Industrialismens samhälle*, Stockholm 1942.
- *Bolinders, en svensk verkstad*, Stockholm 1945.
- Hales, M., *Living Thinkwork*, London 1980.
- Hall, A.R., Engineering and the Scientific Revolution, *Technology and Culture*, 1961.
- Hallström, C.O./Hallström, O., *Ur Köpings Mekaniska Verkstads historia 1856-1942*, Köping 1947.
- Hannay, N.B./McGinn, R.E., The Anatomy of Modern Technology: Prolegomenon to an Improved Public Policy for the Social Management of Technology, *Daedalus*, nr 1, 1980.
- Hansen, A.H., The Technological Interpretation of History, *Quarterly Journal of Economics*, 1921.
- Hartakainen, H., Om vetenskapen som produktivkraft, i Andersen, V./Kalleberg, R. (red), *Forskningen – staten og kapitalen*, Köpenhamn 1976.
- Heilbronner, R.L. Do Machines Make History?, i Kranzberg, M./Davenport, W.H. (eds), *Technology and Culture. An Anthology*, New York 1972.
- Henriques, P., *Skildringar ur Kungl. Tekniska Högskolans historia 1–2*, Stockholm 1917–1927.
- Hesselman, J., *Teknik och tanke. Hur en motor blir till*, Stockholm 1948.
- Hobsbawm, E.J., *Labouring Men*, London 1954.
- Hodgson, G., The Theory of the Falling Rate of Profit, *New Left Review*, nr 84 (1974).
- Hoffmann, E., Contemporary Soviet Theories of Scientific, Technological and Social Change, *Social Studies of Science*, 1979.
- Hortleder, G., *Das Gesellschaftsbild des Ingenieurs*, Frankfurt/Main 1970.
- *Ingenieur in der Industriegesellschaft*, Frankfurt/Main 1973.
- Hubendick, L.A. (red), *Hvad skall man bli? Del I*, Stockholm 1882.
- *Hvad skall man bli? Del I*, Stockholm 1901.
- Höök, E., *Tjänstemännen och den industriella omvandlingen*, Stockholm 1953.
- Ingenjörskravet i Sverige*, Sveriges Industriförbunds teknikerkommitté, Stockholm 1957.
- Jenks, L., Early Phases of the Management Movement, *Administrative Science Quarterly*, nr 3, 1960.
- Jewkes, J./Sawers, D./Stillerman, R., *The Sources of Invention*, London 1969.
- Johansson, A., *Den effektiva arbetstiden. Verkstäderna och arbetsintensitetens problem 1900-1921*, Uppsala 1977.
- Jonas, H., The Scientific and Technological Revolutions. Their History and Meaning, *Philosophy Today*, nr 2-4, 1971.
- Jonsson, K., Taylorismen och svensk arbetarrörelse 1913-1928, *Arkiv* nr 19-20 (1981).
- Jörberg, L., *The Industrial Revolution in Scandinavia*, London 1970.
- Kan produktutvecklingen effektiviseras?* Sveriges Mekanförbund, Stockholm 1970.
- Kennedy, C./Thirlwall, A.P., Surveys in Applied Economics: Technical Progress, *The Economic Journal*, March 1972.
- Kern, H./Schumann, M., *Industriarbeit und Arbeiterbewusstsein*, Frankfurt/Main-Köln 1970.
- Kleinknecht, A., Innovation, Akkumulation und Krise, *Prokla*, nr 2 1979.
- Klemm, F., *A History of Western Technology*, London 1959.
- Klus, J.P., *Comparative Study of Swedish Higher Technical Education in an International Perspective*, Stock-

- holm 1979.
- Koch, C., Wo hält die "wissenschaftstechnische Revolution"? *Merkur*, heft 11, 1972.
- Kuhn, T.S., Comment, i *The Rate and Direction of Inventive Activity. A Conference*, Princeton 1962.
- Kulkovsky, E., CAD/CAM: The New Computer Wonder, *Financial World*, July 1, 1979.
- Kumar, K., *Prophecy and Progress. The Sociology of Industrial and Post-industrial Society*, Harmondsworth 1978.
- Küppers, G., On the Relation between Technology and Science – Goals of Knowledge and Dynamics of Theories, i Krohn, W/Layton, E.T. Jr./Weingart, P.(eds), *The Dynamics of Science and Technology*, Dordrecht 1978.
- Kuuse, J., Foreign Trade and the Break-through of the Engineering Industry in Sweden 1890-1920, *Scandinavian Economic History Review*, nr 1, 1977.
- Kärnekull, O., *Modern arbetsledning*, Stockholm 1921.
- Laestadius, S., *Produktion utan gränser*, Stockholm 1980.
- Landes, D., *The Unbound Prometheus*, Cambridge, Mass, 1972.
- Langrish, J./Gibbons, M./Evans, W.G./Jevons, F.R., *Wealth from Knowledge*, London and Basingstoke 1972.
- Larsson, E., Om forskning och forskningslaboratorier, *IVA-meddelande 21*, Stockholm 1922.
- Larsson, M.S., *The Rise of Professionalism. A Sociological Analysis*, Berkeley 1977.
- Layton, E. T. Jr., Veblen and the Engineers, *American Quarterly*, nr 1, 1967.
- *The Revolt of the Engineers*, New York 1971.
- Technology as Knowledge, *Technology and Culture*, nr 1, 1974.
- American Ideologies of Science and Engineering, *Technology and Culture*, nr 4, 1976.
- Leesley, M.E., The Uneven Acceptance of CAD, *Computer-Aided Design*, nr 4 1978.
- Lefebvre, J-P., Les deux sens de 'forces productives' chez Marx, *La Pensée*, nr 207 (1978).
- Lewin, L., *The Swedish Electorate 1887-1968*, Stockholm 1972.
- Levine, A./Wright, E. O., Rationality and Class Struggle, *New Left Review*, nr 123 (1980).
- Linder, E., *Den mekaniska verkstadsindustrins utveckling under årtiondena närmast före världskriget*, SOU 1923:31.
- Lindstedt, G. (red), *Datorer på svenska*, Stockholm 1981.
- LM-Ingenjören – de fängslade uppgifternas man, Stockholm 1951.
- Lockett, M., Bridging the Division of Labour? The Case of China, *Economic and Industrial Democracy*, nr 4, 1980.
- Low-Beer, J.R., *Protest and Participation. The New Working Class in Italy*, Cambridge 1978.
- Lucas, Y., L'utilisation capitaliste de forces productives et ses effets sur la personnalité des travailleurs, *La Pensée*, nr 207 (1978).
- Maddison, A., Phases of Capitalist Development, *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, nr 121 (1977).
- Magnell, C.J., *Hvad göres för undervisningen i ekonomiska ämnen vid K Tekniska Högskolan?*, Inledningsföredrag 15/2 1913.
- Maier, C.S., Between Taylorism and Technocracy: European Ideologies and the Vision of Industrial Productivity in the 1920s, *Contemporary History*, nr 2, 1970.
- Mallet, S., *La nouvelle classe ouvrière*, Paris 1969.
- Malmsten, K., Ingenjörens titel och tradition, *Med hammare och fackla*, 1940-41.
- Malmström, C.G., *Svenska Industrijäntestemannaförbundet 1920-45*, Stockholm 1945.
- Malmström, S., Innovationerna och den ekonomiska krisen, *Skandinaviska Bankens Kvartalstidskrift*, nr 3-4, 1978.
- Mandel, E., *Senkapitalismen del 1*, Kristianstad 1974.
- Manegold, K-H., Technology Academised. Education and training of the Engineer in the Nineteenth Centu-

- ry, i Krohn, W./Layton, E.T. Jr. /Weingart, P. (eds), *The Dynamics of Science and Technology*, Dordrecht 1978.
- Marien, M., *The Two Visions of Post-industrial Society*, *Futures*, Oct 1977.
- Marx, K., *Till kritiken av den politiska ekonomin* (1859), Stockholm 1970.
- *Grunddragen i kritiken av den politiska ekonomin* (1857-58), Halmstad 1971.
- *Grundrisse. Introduction to the Critique of Political Economy* (1857-58), Harmondsworth 1973.
- *Kapitalet. Första boken* (1867), Udevalla 1969.
- *Kapitalet. Andra boken* (1885), Köthen 1971.
- *Kapitalet. Tredje boken* (1894), Köthen 1973.
- /Engels, F., *Den tyska ideologin* (1845-46), i Liedman, S.-E. (red), *Människans frigörelse*, Stockholm 1965.
- /Engels, F., *Det kommunistiska manifestet* (1848), Stockholm 1964.
- /Engels, F., *Selected Correspondence*, London 1956.
- /Engels, F., *Ekonomiska skrifter*, Köthen 1975.
- Mattick, P., *Marx and Keynes*, London 1971.
- Mendner, J., *Teknologisk utveckling i den kapitalistiska produktionsprocessen*, Göteborg 1976.
- Mensch, G., 1984: A New Push of Basic Innovations?, *Research Policy*, 1978.
- *Stalemate in Technology*, Cambridge, Mass. 1979.
- Meynaud, J., *La technocratie. Mythe ou réalité?*, Paris 1964.
- Minssen, M./Sauerborn, W., *Till kritiken av teknik-begreppet i teorin om den vetenskaplig-tekniska revolutionen*, *Tekla*, nr 5.
- Mishra, R., *Technology and Social Structure in Marx's Theory: An Exploratory Analysis*, *Science and Society*, nr 2, 1979.
- Mitcham, C., *Types of Technology, Research in Philosophy and Technology*, 1978.
- Moberg, S., *Vem blev student och vad blev studenten?* Malmö 1951.
- Modin, K., *Svenska uppfinnare och industrimän*, Uppsala 1947.
- Mueller, W.F., *The Origins of the Basic Inventions underlying Du Pont's Major Product and Process Innovations, 1920 to 1950*, i *The Rate and Direction of Inventive Activity. A Conference*, Princeton 1962.
- Multhauf, R.P., *The Scientist and the "impover" of Technology*, *Technology and Culture*, nr 1, 1959.
- Multinationella företag*, FoU-verksamhet, teknisk överföring och företagstillväxt. En studie av svenska storföretag och utlandsägda företag i Sverige, SIND 1980-4.
- Mumford, L., *Tekniken och samhällsutvecklingen*, Stockholm 1949.
- Nabseth, L./Ray, C.F. (eds), *The Diffusion of New Industrial Processes. An international study*, London 1974.
- Neef, W., *Ingenieure im Umbruch, Wechselwirkung*, nr 2, 1979.
- Nelson, R./Winter, S.G., *Neoclassical vs Evolutionary Theories of Economic Growth: Critique and Prospectus*, *The Economic Journal*, dec 1974.
- Neymark, E., *Ungdomens yrkesbok del II*, Uppsala 1946.
- Nichols, T./Beynon, H., *Living with Capitalism. Class Relations and the Modern Factory*, London 1977.
- Niechels, H./Sällfors, T., *Modern verkstadsorganisation enligt den vetenskapliga arbetsledningens principer*, Stockholm 1921.
- Nisbet, R.A., *The Sociological Tradition*, London 1966.
- Nöble, D., *America by Design. Science, Technology and the Rise of Corporate Capitalism*, New York 1977.
- Nygren, B., *Den nya tekniken – en översikt över studier om teknisk utveckling*, Sekretariatet för framtidsstudier, Stockholm 1980.
- Nyström, Å. I:son, *Organisation och styrning av verkstadsindustrins produktutveckling*, Lund 1975.

- Olsson, E., *Statistisk undersökning av ingenjörbeståndet i Sverige år 1939*, bihang 3 till SOU 1944:9.
- Olsson, U., *Upprustning och verkstadsindustri i Sverige under det andra världskriget*, Göteborg 1973.
- Packard, V., *The Waste Makers*, London 1961.
- Palloix, C., Le proces de travail. Du fordisme au neo-fordisme, *La Pensée*, nr 185 (1976).
- *Travail & Production*, Paris 1978.
- Palmer, B., Class, Conception and Conflict: The Thrust for Efficiency, Managerial Views of Labor and the Working Class Rebellion 1903-1922, *URPE* nr 2, 1975.
- Pehrson, A.T., *Inför valet av levnadsbana*, Stockholm 1924.
- Perrucci, R./Gerstl, J. (eds), *The Engineers and the Social System*, New York 1969.
- Perspektiv på datasystemutveckling*, Lund 1978.
- Petander, K., *Arbetsintensiteten inom Sveriges Mekaniska verkstadsindustri*, Stockholm 1916.
- Poulantzas, N., *Klasstrukturen i den moderna kapitalismen*, Stockholm 1977.
- Price, D.J. de S., Science and Technology: Distinctions and Interrelationships, i Barnes, B. (ed), *Sociology and Science*, Harmondsworth 1972.
- Rae, J.B., The Invention of Invention, i Kranzberg, M./Pursell, C. Jr. 9eds), *Technology in Western Civilization I*, New York 1967.
- Ragnarsson, P., Några synpunkter på teknikernas egna attityder, i Sörbom, P. (red), *Attityder till tekniken*, Stockholm 1978.
- Ray, G., Innovations in the Long Cycle, *Lloyds Bank Review*, Jan 1980.
- Reitsu, K., The Bearers of Science and Technology have Changed, *Modern China*, nr 2, 1979.
- Reynaud, J.-D., La nouvelle classe ouvrière, la technologie et l'histoire, *Revue française de science politique*, nr 3, 1972.
- Richa, R., *La civilisation au correfour*, Paris 1974.
- Ritti, R.R., *The Engineer in the Industrial Corporation*, New York 1971.
- Rosenberg, N., *Perspectives on Technology*, Cambridge, Mass. 1976.
- Rostow, W.W., Kondratieff, Schumpeter and Kuznets: Trend Periods Revisited, *Journal of Economic History*, nov 1972.
- Rotschild, E., *Paradise Lost. The Decline of the Auto-Industrial Age*, New York 1974.
- Rothwell, R./Zegveld, W., *Technical Change and Employment*, London 1979.
- Rowthorn, B., Late Capitalism, *New Left Review*, nr 98 (1976).
- Runeby, N., *Teknikerna, vetenskapen och kulturen*, Uppsala 1976.
- Americanism, Taylorism and Social Integration, *Scandinavian Journal of History*, nr 3, 1978.
- Rydberg, H., *Våra anställningsvillkor och SIF*, Stockholm 1937.
- Sangregorio, G., Nu sköter datorn utvecklingsarbetet, *Socialistisk Debatt* nr 2-3, 1979.
- Schanz, H.-J., Till tesen videnskap som produktivkraft — et historisk rids, i Andersen, V./Kalleberg, R. (red), *Forskningen staten og kapitalen*, Köpenhamn 1976.
- Schmookler, J., *Invention and Economic Growth*, Cambridge, Mass. 1966.
- Schon, D.A., *Teknologi och förändring*, Stockholm 1969.
- Schumpeter, J., *Business Cycles I-II*, London 1939.
- Senghaas, D., The Technocrats. Rückblick auf die Technokratiewegung in den USA, i Koch, C./Senghaas, D. (hrsg), *Texte zur Technokratiediskussion*, Frankfurt/Main 1970.
- Shinn, T., Des Corps de l'Etat au secteurs industriel: genese de la

- profession d'ingénieur 1750-1920, *Revue française de sociologie*, 1978.
- SIF och ingenjörerna, Stockholm 1964.
- Sköld, L./Halvarson, A., Riksdagens sociala sammansättning under hundra år, i *Samhälle och riksdag del I*, Uppsala 1966.
- Steckzén, B., *Bofors. En kanon-industris historia*, Stockholm 1946.
- SKF. Svenska kullagerfabriken. *En svensk exportindustris historia 1907-1957*, Göteborg 1957.
- Styrman, G., *Verkstadsföreningen 1896-1945*, Stockholm 1946.
- Sundgren, P., Införandet av MTM-metoden i svensk verkstadsindustri 1950-56, *Arkiv*, nr 13-14.
- Sweezy, P., *Teorin för den kapitalistiska utvecklingen*, Lund 1975.
- Svennilson, I., *Growth and Stagnation in the European Economy*, Geneva 1954.
- Sylvan, E., *Arbetsintensitetens problem*, Stockholm 1910.
- Taylor, F.W., *Rationell arbetsledning. Taylorsystemet*, Uppsala 1913.
- Technical Change and Economic Policy*, OECD, Paris 1980.
- Teknik i 150 år*, Göteborg 1979.
- Teknik och industristruktur — 70-talets ekonomiska kris i historisk belysning*, IUI/IVA-meddelande 218, Stockholm 1979.
- Teknokrat?* Stockholm 1972.
- Tengström, E., Om samskap och sekundärekonomi. Ett svenskt framtidsscenario 1981-1994, i *Arbetslivsperspektiv för forskning om utbildning*, UHÄ-Rapport 1980-9.
- Therborn, G., *Science, Class and Society*, Göteborg 1974.
- *Klasstrukturen i Sverige 1930-1980*, Malmö 1981.
- Tingsten, H., *Den svenska socialdemokratins idéutveckling*, Stockholm 1941.
- Torstendahl, R., *Dispersion of Engineers in a Transitional Society. Swedish Technicians 1860-1940*, Uppsala 1975.
- *Teknologins nytta*, Uppsala 1975.
- Touraine, A., *The Post-industrial Society*, London 1971.
- Veblen, T., *The Engineers and the Price System*, New York 1921.
- Weisskopf, T.E., Marxian Crisis Theory and the Rate of Profit in the Postwar US Economy, *Cambridge Journal of Economics*, nr 3, *Verkstadsminnen*, Stockholm 1953.
- Wermelin, O.H., *SIF/Eskilstuna 25 år. 1921-1946*, Eskilstuna 1946.
- Westerberg, S., *Ingenjören och samhället*, föredrag 3/5 1941.
- Wibe, S., Monopol och monopolkapitalism?, *Häften för Kritiska Studier*, nr 7-8, 1976.
- Efterfråge- eller profitkris: en jämförande analys av krisen på 30-talet och idag, *Zenit* nr 1, 1978.
- Vincenti, W.G., The Air-Propeller Tests of W.F. Durand and E.P. Lesley: A Case Study in Technological Methodology, *Technology and Culture*, nr 4, 1979.
- Winner, L., *Autonomous Technology*, Cambridge, Mass and London, 1977.
- Do artifacts have politics? *Daedalus*, Winter 1980.
- Woodward, J., *Industriell organisation*, Stockholm 1967.
- Wright, E.O., *Class, Crisis and the State*, London 1978.
- Wängborg, M., *Nedrustning och utveckling*, FOA 1978.
- Yaffe, D.S., *Den marxistiske teori om kriser, kapital og staten*, Århus 1974.
- Yngström, L., Jernverkets tekniska utveckling, i *Ett svenskt Jernverk. Sandviken 1862-1937*, Uppsala 1938.
- Zetterberg, H.L., Attityder till tekniken, i Sörbom, P. (red) *Attityder till tekniken*, Stockholm 1978.
- Zweigbergk, Å von., Uppfinningar av anställda. Några synpunkter på de rättsliga problemen, i *Frihet och tvång i det ekonomiska livet*, Stockholm 1956.
- Åkerman, G., *Om den industriella rationaliseringen och dess verkningar*, SOU 1931:42.

Periodiskt tryck

Affärsekonomi
Arbetsledaren
Blandaren
Byggmästaren
CF-tidskriften
Civilingenjören
Civilingenjörsförbundets tidskrift
1967
Daedalus
Från Svenska Bruk
Gymnasieingenjören
Göteborgs Handels- och Sjöfartstid-
ning
Industriell teknik
Industritjänstemannen
Industritidningen Norden
Industria
Ingenjörstidningen STI
Kommersiella Meddelanden
Korrespondens

Ledarskap
Metallarbetaren
Nordisk tidskrift för Teknisk eko-
nomi
Ny teknik
På fritid
Rasp
Socialdemokraten
STI-Ingenjören
Svenska Vägföreningens tidskrift
Svenska Dagbladet
Svensk Politik
SVT
Sveriges Verkmästaretidning
Teknikern
Teknisk tidskrift (TT)
Tiden
Tidskrift för affärsekonomi
TLE-nytt
Veckans Affärer
Verkmästaren
Verkstäderna

Innehåll

FÖRORD 5

INLEDNING 7

1. TENIKEN OCH SAMHÄLLSVETENSKAPEN 11

Sociologin och teknikens utveckling 11 – Nationalekonomin och teknikens utveckling 13 – Sammanfattning 18

2. MARX, TEKNIK OCH HISTORIA

Den materialistiska historieuppfattningen 20 – De viktigaste begreppen 21 – Förhållandet mellan produktivkrafter och produktionsförhållanden 27 – Forskningsprogrammet tillämpat? 32 – Teknologisk determinism? 33 – Sammanfattning 34

3. KAPITALISM OCH TEKNISK FÖRÄNDRING 36

Några begrepp 36 – Det kapitalistiska produktionssättets specifika drag 39 – Orsaker till teknisk förändring 40 – Den konkreta teknikutvecklingen 44 – Produktinnovationer och industriella metamorfoser 45 – Arbetsprocessens rationalisering 52 – Sammanfattning 57

4. KAPITALISMENS MOTSÄTTNINGAR 58

Bytesvärdesproduktionen i centrum 59 – Profitkvoten i centrum 63 – Det "allmänna, samhälleliga vetandet" i centrum 68 – Arbetsprocessen i centrum 73 – Sammanfattning 76

5. TENIKENS KÄLLOR 78

Empiriskt trevande och isolerad inspiration 79 – Teknologiskt respektive naturvetenskapligt experimentarbete 81 – Det tekniska arbetet systematiserat 85 – Teknisk vetenskap 90 – Sammanfattning 91

6. TEKNIKENS UTVECKLING 93

Ingenjörarbete och naturvetenskap i det förindustriella Europa 93 – Ångmaskinens utveckling 95 – Mekaniseringen av arbetsprocessen 96 – Arbetsföremåls omvandling 100 – Den andra industriella revolutionen? 105 – Sammanfattning 112

7. INGENJÖRSARBETE 115

Ingenjörarbetet i det förkapitalistiska samhället 116 – Ingenjörarbetet och industrialiseringen 120 – Dagens ingenjörarbete 130 – Tekniskt arbete inom industrin 133 – Sammanfattning 140

8. KONSTRUKTIONSARBETE I 141

Konstruktions- och ritarbete i de tidiga svenska verkstäderna 142 – Konstruktionsarbetet och produktionens begynnande mekanisering 145 – Rationalisering och konstruktionsarbete 150 – Integrering och styrning i dagens konstruktionsarbete 155

9. KONSTRUKTIONSARBETE II 162

Samverkan och arbetsdelning 162 – Arbetsdelningens innehåll 163 – Konstruktionsarbetets taylorisering? 170 – De traditionella arbetsredskapen 172 – Datoriseringen av konstruktionsarbetet 174 – Vilka blir de sociala effekterna av denna utveckling? 178 – Sammanfattning 182

10. ARBETSINTENSITET OCH KONTROLL: OM TAYLORISM OCH INGENJÖRSARBETE I 1900-TALETS BÖRJAN 184

Arbetsintensitet och mervärdesproduktion 185 – Konkurrens och arbetsintensitet i svensk verkstadsindustri 188 – Arbetsintensitet och facklig kamp 189 – Existerande metoder att höja arbetsintensiteten 191 – "Vetenskaplig" kontroll 195 – "Rationell arbetsledning" och teknisk expertis 199 – Epilog 202

11. TEKNISKT ARBETE SOM YRKE 204

Ingenjören mellan vetenskap och teknik 205 – Den "moderne ingenjören" 207 – Mellan barken och trädet? 215 – Ingenjören mellan arbete och kapital 217 – Löntagare eller professionell? 220 – Sammanfattning 222

12. TEKNIKERNA I POLITIKENS VÄRLD 224

Teknikens trygga värld 225 – Den teknokratiska lockelsen 229 – Ingenjörer och politik i USA och Sverige 234 – Från utopi till verklighet? 245

SUMMARY 249

APPENDIX 253

NOTER 256

REFERENSER 282



Boel Berner

Teknikens värld

Sedan 1800-talets slut har stora yrkesgrupper av ingenjörer och tekniker vuxit fram i det svenska samhället. Denna bok behandlar deras arbete – det tekniska arbetet – och söker sätta in det i ett historiskt, ekonomiskt och klassmässigt sammanhang.

Boel Berner analyserar först olika sätt att se på teknikens drivkrafter, innehåll och samhällseliga konsekvenser. Marx' teorier om produktivkrafter och produktionsförhållanden står i centrum. De belyses också utifrån skilda marxistiska traditioner och empiriska studier av dagens tekniska utveckling.

Vidare behandlas det konkreta tekniska arbetet. Författaren dokumenterar hur olika former av ingenjörarbete vuxit fram i det svenska näringslivet och statsapparaten. Särskilt uppmärksammas konstruktions- och ritarbetets historiska utveckling samt taylorismens införande i svensk verkstadsindustri.

Avslutningsvis tar författaren upp "teknikern i politikens värld". De tekniskt arbetandes motsägelsefulla ställning i den samhällseliga arbetsdelningen sätts i samband med deras fackliga och politiska strävanden samt med ideologier om teknokrati och teknikens neutralitet.

